

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

Пермский государственный университет

В. Н. Быков, Н. Г. Максимович,
С. В. Казакевич, С. М. Блинов

Природные ресурсы и охрана окружающей среды

Учебное пособие

Пермь 2001

ББК 20.18
Б 95
УДК 504.06

Рецензенты: канд. геол.-мин. наук, доц. В. П. Наборщиков, доцент (Перм. техн. ун-т); канд. геол.-мин. наук И. Н. Шестов (КамНИИКИГС).

Быков В. Н., Максимович Н. Г., Казакевич С. В., Блинов С. М.

Б 95 Природные ресурсы и охрана окружающей среды: Учеб. пособие / Перм. ун-т, - Пермь, 2001 - 108 с.

ISBN 5-7944-0219-9

Рассматриваются вопросы изменения природы (атмосферы, воды, растительности и животного мира) под влиянием факторов современной цивилизации. Отмечается ухудшение качества воздуха, пресной воды и пищи по сравнению с нормативными данными. Даются рекомендации по охране окружающей среды. В связи с промышленным строительством и использованием недр предлагаются методы создания геохимических барьеров.

Учебное пособие предназначено для студентов геологических специальностей.

Табл. 14. Ил. 11 Библиогр.: 13 назв.

Печатается в соответствии с решением редакционно-издательского совета Пермского университета

© В. Н. Быков, Н. Г. Максимович,
С. В. Казакевич, С. М. Блинов, 2001
© Пермский государственный
университет, 2001

ISBN 5-7944-0219-9

Оглавление

Предисловие	5
Глава 1. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ	6
1.1. Виды природных ресурсов	6
1.2. Природопользование: содержание, объект, предмет науки	8
1.3. Роль воды в природе	9
1.4. Мировые запасы воды	11
1.5. Роль растений в круговороте вещества в природе и жизни человека	12
1.6. Лесные ресурсы	15
Глава 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ	18
2.1. Методологические и естественно-исторические основы охраны природы	18
2.2. Роль природы в общественном развитии	22
2.3. Охрана природы	26
2.4. Обеспечение населения мира пищевыми продуктами	30
2.5. Использование ресурсов	30
2.6. Природные источники энергии	33
Глава 3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ	35
3.1. Состояние атмосферы	35
3.2. Изменение состава атмосферы	37
3.3. Загрязнение атмосферы Земли	39
3.4. Загрязнение атмосферы России	42
3.5. Воздействие загрязнения атмосферы на биосферу	47
3.6. Экономический ущерб от загрязнения атмосферы	49
3.7. Система охраны атмосферы	49
Глава 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГИДРОСФЕРЫ	51
4.1. Дефицит пресной воды	51
4.2. Загрязнение источников пресной воды и их охрана	56
4.3. Загрязнение Мирового океана и его охрана	60
Глава 5. ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЖИВОТНЫХ	63
5.1. Охрана лесов	63
5.2. Охрана животных	67
Глава 6. ОХРАНА НЕДР	70
6.1. Объекты охраны недр	70
6.2. Утилизация отходов из техногенных залежей	71
6.3. Оценка экологической обстановки территории	72

Глава 7. ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ ДЛЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	73
7.1 .Теоретическая база применения геохимических барьеров	73
7.2. Методологические основы создания геохимических барьеров	81
7.3. Применение геохимических барьеров на объектах горнодобывающей, угольной, химической и металлургической промышленности	100
Библиография	107

Предисловие

Современная экология развивается на стыке естественных, технических и экологических наук. Экологизация горнодобывающей, нефтяной и газовой промышленности, строительства зданий, сооружений и коммуникаций получает законодательно и нормативно оформленный механизм использования природных ресурсов с соблюдением требований по охране природы.

Геолог при гидрогеологических и инженерно-геологических, картографических, изыскательских, контрольных (при эксплуатации объектов) и производственных работах в аварийных ситуациях должен представить в отчете, объяснительной записке, технико-экономическом обосновании данные и информацию не только о физико-географических условиях территории (участка), но и о состоянии природной среды и ее возможной деформации при строительстве и эксплуатации объектов.

В горной, нефтяной и газовой промышленности это особенно важно, поскольку территории промышленных (нефтегазопромысловых) и урбанизированных комплексов занимают площади в сотни и тысячи квадратных километров.

Природные ресурсы Земли, составляющие геосферы, доступные для деятельности человека, подвергаются мощному техногенному воздействию. Поэтому геолог должен ясно представлять себе, что состояние атмосферы, гидросферы, биосферы не является постоянным в пределах природной саморегуляции, а находится под влиянием различных техногенных объектов и процессов.

Состояние геосфер изменяется в зависимости от конкретных источников загрязнения как постоянно, так и эпизодически возникающих (порывы трубопроводов, аварии в технических системах, прорывы накопительных сточных вод). Необходимо представлять тенденции изменения жизнеобеспечивающих качеств геосфер.

Экологическое образование геолога предусматривает понимание им взаимосвязанного развития геосфер под влиянием мощного антропогенного процесса. В своих предпроектных и проектных решениях геолог должен минимизировать предполагаемое негативное воздействие строящихся и эксплуатируемых объектов на природную среду и недра.

Охрана геосфер осуществляется различными методами и средствами. Среди инженерно-геологических методов все большее применение получает метод создания искусственных геохимических барьеров, основанный на использовании механизма действия природных аналогов. Он более предпочтителен, ввиду экологической безупречности, чем механические способы предупреждения загрязнения грунта.

Учебное пособие предназначено для студентов геологических специальностей.

Глава 1. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

1.1. Виды природных ресурсов

Классификация природных ресурсов

Природные ресурсы - это любые объекты природы, используемые человеком в производственных и других нужных для него целях. Природные ресурсы включают атмосферный воздух, воду, почву, солнечную и космическую радиацию, полезные ископаемые, полезные свойства недр, климат, растительность, животный мир. Для оценки использования и охраны природных ресурсов используется классификация (табл. 1).

Таблица 1

Классификация природных ресурсов

Исчерпаемые		Неисчерпаемые		
<i>невозобновляемые</i>	<i>возобновляемые</i>	<i>космические</i>	<i>климатические</i>	<i>водные</i>
Богатства недр	Почва. Растительный и животный мир, некоторое минеральное сырье	Солнечная радиация, морские приливы и др.	Атмосферный воздух, энергия ветра	Поверхностные и подземные воды

Природные ресурсы делят на исчерпаемые и неисчерпаемые.

Исчерпаемые ресурсы подразделяют на невозобновляемые и возобновляемые.

К *невозобновляемым природным ресурсам* относят те из них, которые абсолютно не восстанавливаются или восстанавливаются в сотни тысяч раз медленнее, чем используются.

К первым относятся каменный уголь, нефть и большинство других полезных ископаемых; ко вторым - торфяники, многие осадочные породы. Использование этих ресурсов неминуемо ведет к их истощению.

Охрана невозобновляемых природных ресурсов сводится к рациональному, экономному использованию, борьбе с потерями при добыче, перевозке, обработке и применении, а также к поиску и применению заменителей.

К *возобновляемым природным ресурсам* принадлежат почва, растительность, животный мир, а также некоторые минеральные ресурсы, например, соли, осаждающиеся в озерах и морских лагунах. Эти ресурсы по мере использования постоянно восстанавливаются. Для сохранения их способности к восстановлению нужны определенные естественные условия. Нарушение этих условий задерживает или вовсе прекращает процесс самовосстановления, что

следует учитывать при их использовании.

Процессы восстановления разных ресурсов протекают с различной скоростью. Для восстановления исчезнувших животных требуется несколько лет, вырубленного леса - не менее 60-80 лет, утерянной почвы - несколько тысячелетий. Темпы расходования природных ресурсов должны соответствовать темпам их восстановления. Нарушение этого соответствия неизбежно ведет к истощению ресурсов (сокращение площади лесов, уменьшение запасов промысловых животных, снижение плодородия почв).

Возобновляемые природные ресурсы под влиянием деятельности человека могут стать невозобновляемыми: истребленные виды животных и растений, утраченные в результате эрозии почвы.

Возобновляемые природные ресурсы должны охраняться путем их рационального использования и расширенного воспроизводства. При обеспечении возможности восстановления эти ресурсы могут служить человеку практически бесконечно.

Неисчерпаемые природные ресурсы включают водные, климатические и космические ресурсы.

Водные ресурсы на Земле очень велики. Вода находится во всех возможных для нее состояниях. Ее общие ресурсы остаются неизменными и неисчерпаемыми. В связи с разнообразной деятельностью людей запасы воды в отдельных частях Земли могут сильно изменяться и терять свои потребительские свойства.

Практически неисчерпаемы воды лишь Мирового океана, но и они под влиянием загрязнений нефтью и другими отходами постепенно теряют свои свойства, что ухудшает условия жизни водных растений и животных. Запасы пресной воды исчерпаемы и во многих местах значительно сократились. Стал ощущаться ее недостаток для удовлетворения нужд промышленности, сельского хозяйства и бытовых потребностей.

Дефицит пресной воды обусловлен увеличением в ней потребностей, уменьшением водоносности рек, обмелением и высыханием озер под влиянием вырубки лесов и другой хозяйственной деятельности, с массовым загрязнением водоемов сточными водами. Качество воды нуждается в очень строгой охране, а во многих районах необходимо охранять и ее количество.

Климатические ресурсы включают атмосферный воздух, энергию ветра. Атмосферные осадки могут быть отнесены как к водным, так и к климатическим ресурсам.

Атмосферный воздух неисчерпаем. Но его состав подвержен значительному изменению и загрязнению радиоактивными веществами, оксидом углерода и многими другими газами и механическими примесями, которые выбрасываются

предприятиями и транспортом. В промышленных центрах загрязнение атмосферного воздуха приняло опасный для здоровья людей характер.

космическим ресурсам относят солнечную радиацию, энергию морских приливов. Эти ресурсы неисчерпаемы. В промышленных городах солнечная радиация сильно изменена и уменьшена из-за задымленности воздуха, что отрицательно сказывается на здоровье людей.

Для охраны природных ресурсов необходим их количественный учет. Без знания реальных запасов любого ресурса трудно планировать его охрану, восстановление или воспроизводство. Учету должны подлежать важнейшие и исчезающие ресурсы природы.

1.2. Природопользование: содержание, объект, предмет науки

Существует несколько определений природопользования:

- совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению, что включает: извлечение и переработку природных ресурсов, их возобновление или воспроизводство, использование и охрану природных условий среды жизни;

- совокупность производительных сил, производственных отношений и организационно-экономических форм и учреждений, связанных с первичным присвоением, использованием и воспроизводством человеком

- объектов природной среды для удовлетворения своих потребностей; - использование природных ресурсов в процессе общественного производства для удовлетворения потребностей общества;

- совокупность воздействий человечества на геосферы Земли;

- научная дисциплина, исследующая общие принципы рационального использования природных ресурсов человеческим обществом.

Ю. Н. Куражсковский, автор термина, считает, что задачи природопользования как науки сводятся к разработке общих принципов всякой деятельности, связанной как с непосредственным пользованием природой и ее ресурсами, так и с изменяющими ее воздействиями.

Объектом природопользования являются взаимоотношения между природными ресурсами, естественными условиями жизни общества и его социально-экономическим развитием.

Предметом природопользования является оптимизация этих отношений, стремление к сохранению и воспроизводству среды жизни общества и биосферы.

Природопользование как сфера знания включает элементы естественных, общественных и технических наук (охрану природы, недропользование,

ресурсоведение, экономику природопользования). Его следует относить к естественным наукам, так как теоретической основой являются география, геология и экология.

Природопользование нерациональное - система деятельности, не обеспечивающая сохранения природно-ресурсного потенциала.

Природопользование рациональное - система деятельности, призванная обеспечить экономную эксплуатацию природных ресурсов и условий и наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающейся экономики, сохранения здоровья людей и жизнеспособности биосферы

Рациональное природопользование - это высокоэффективное хозяйствование, не приводящее к резким изменениям природно-ресурсного потенциала и не ведущее к глубоким переменам в окружающей человека природной среде, наносящим урон его здоровью или угрожающим самой его жизни.

1.3. Роль воды в природе

Гидросфера включает все свободные воды Земли, не входящие в состав минералов земной коры. Под влиянием солнечной энергии и сил гравитации воды могут передвигаться, переходить из жидкого состояния в твердое или парообразное. Гидросфера взаимосвязана с другими оболочками Земли.

Вода - это необычное по своим физико-химическим свойствам неорганическое соединение. Постоянный водооборот обеспечивает возможность жизни в биосфере.

Вода остается жидкостью в температурном интервале, необходимом для жизненных процессов, для огромной части организмов она является средой их жизни и эволюции. В определенное время года жидкая вода замерзает или покрывается льдом. Водоемы замерзают сверху вниз, что имеет большое значение для жизни обитающих в них организмов.

Для воды характерна высокая удельная теплоемкость, медленное нагревание и охлаждение, что влияет на годовые, суточные и даже часовые колебания температуры океанов и озер, отличающиеся от изменений температуры на суше. Это свойство воды определяет различия в температурном режиме почв и влияет на жизнь водных и почвенных организмов.

В природных водах протекают химические реакции, происходит миграция химических элементов между биогеоценозами. Жидкая вода никогда не бывает химически чистой, в ней всегда содержится некоторое количество растворенных веществ в состоянии ионов.

Круговорот воды связывает воедино все части гидросферы, создавая в целом

замкнутую систему (океан, атмосфера, суша) и обеспечивая постоянный водообмен между ними. Вода перемещается, образуя течение рек, движение почвенных и подземных вод, движение ледников, циркуляцию в атмосфере.

Мировой круговорот воды имеет различные скорости: воды Мирового океана обновляются за 2 млн. лет, почвенная влага - за 1 год, вода в реках - за 12 суток (30 раз в год), пары в атмосфере - за 9 суток (40 раз в год).

Природные воды находятся в сложных взаимоотношениях с организмами, горными породами, атмосферой. Большинство химических элементов мигрирует в водных растворах. Они служат носителями огромной энергии и производят в биосфере и биогеоценозах большую химическую работу.

Количество воды в биогеоценозе и его водный режим определяют продукцию живого вещества и тип биогеоценоза.

Водяной пар в атмосфере играет роль фильтра для солнечной радиации, а вода на земной поверхности смягчает действие экстремальных температур. Вся масса воды на Земле, которую можно представить в виде слоя толщиной 2,5 км, поглощает или отдает огромное количество тепла.

Вода, особенно водяной пар в атмосфере, определяет климат Земли. Основным источником пара является Мировой океан. Количество его составляет 0,001 % от общего запаса воды на планете.

Испарение и осадки на поверхности Земли сбалансированы: в год испаряется 100 см воды и столько же выпадает с осадками. Среднее годовое количество осадков над океанами -107-114 см, а испаряется 116-124 см; баланс поддерживается речным стоком, вносящим около 10 см. На сушу ежегодно выпадает 71 см осадков, а испаряется около 47 см, реки выносят в океан около 24 см в год.

Морские течения перемещают теплую и холодную воду на большие расстояния, воздействуя на климат обширных территорий. Мягкий климат восточных берегов Атлантики обусловлен теплым течением Гольфстрим, а суровый климат ее западных берегов - холодным Лабрадорским.

Реки вместе с водой переносят растворенные и взвешенные в ней вещества. Вода производит огромную геологическую деятельность: размыв, перенос и отложение веществ. Этими процессами в ряде районов созданы плодородные земли, на которые разливы рек ежегодно приносят ил. Часто ил в дельтах рек сковывает деятельность человека. Реки выносят в моря большое количество биогенных веществ, которые облегчают существование морских организмов.

Геологическое развитие гидросферы на Земле происходило одновременно с преобразованием литосферы. Вода активизировала экзогенные процессы, растворяла неорганические соединения, участвовала вместе с животными и растительными организмами в процессе почвообразования.

Вода является средой и источником кислорода для жизненных процессов. Почти все органические вещества биосферы представляют собой продукт фотосинтеза - процесса, при котором растения используют световую энергию для соединения углекислого газа с водой. Вода - единственный источник кислорода, выделяемого в атмосферу при фотосинтезе. Она необходима для биохимических и биофизических процессов, происходящих внутри организмов, и для создания жизнеобеспечивающих условий среды. Важнейший поставщик кислорода - Мировой океан с его огромными запасами фитопланктона.

Живые организмы не могут обойтись без воды. Она входит в состав клеток и тканей любого животного и растения. Сложнейшие реакции в организмах могут протекать только при наличии водной среды. Потеря 10 - 20% воды животным организмом приводит к его смерти.

Велико значение воды в жизни человека. Она необходима для многих видов деятельности людей. Без воды невозможно ведение сельского хозяйства, требующего огромных объемов для орошения и обводнения. Различные отрасли промышленности используют воду в технологических процессах. Движущаяся вода (течения, приливы и отливы) используется как источник энергии и средство пассивного транспорта. Реки и моря служат для развития водного транспорта. Вещества, растворенные в воде, стали добывать как сырье для промышленности. Велико рекреационное и эстетическое значение водоемов, особенно морей и океанов. Водисточники и водоемы широко используются в лечебных целях.

1.4. Мировые запасы воды

Водные ресурсы России

Наличие огромных масс воды в свободном состоянии отличает Землю от других планет. Мировые запасы ее состоят из жидкой (солёная и пресная), твердой (пресная) и газообразной (пресная) воды. Объем Мирового океана составляет 1338 млн. км³ (96,5% всей воды на Земле). Общая площадь океанов и морей в 2,5 раза превышает территорию суши, покрывая почти три четверти поверхности земного шара слоем толщиной около 4 тыс. м. Объем ледниковых покровов Арктики и Антарктики равен 24 млн. км³, что составляет 69 % всех земных пресных вод. В руслах всех рек мира при среднем уровне воды одновременно содержится 2120 км³; за год они выносят в океан 45 тыс. км³ воды. В озерных водоемах сосредоточено 176,4 тыс. км³, в атмосфере в виде водяного пара-12900 км³. Объем подземных вод равен 23,4 млн. км³. Объем воды, содержащейся в живых организмах, составляет 1120 км³.

Воды, пригодные для всех видов пользования (пресные воды рек и озер),

составляют ничтожную часть общих запасов. Важнейшую роль играют реки вследствие быстрой возобновляемости вод, но распределены они по земному шару неравномерно. В возобновлении запасов пресных вод наибольшее значение имеют атмосферные осадки. В среднем на поверхность Земли их выпадает метровый слой. При этом на сушу - только четвертая часть всех осадков, остальные - на Мировой океан.

Россия по величине водных ресурсов занимает ведущее место в мире, а по суммарной величине поверхностного стока - второе место. Большие запасы пресной воды (3 тыс. км³) сосредоточены в болотах, занимающих обширные территории преимущественно в Западной Сибири и северо-западных районах Европейского Севера.

Основным источником пресных вод является речной сток, объем которого достигает примерно 4700 км³ год. На территории России имеются 46 различных речных систем (Волга, Днепр, Дон, Кубань, Обь, Енисей, Лена, Амур) с многочисленной сетью притоков. Общее количество рек длиной больше 10 км около 200 тыс. В России расположено 285 тыс. озер, из которых более 95% пресноводные. Объем крупнейших из них, включая озеро Байкал, равен 26 тыс. км³.

Значительную часть водных ресурсов страны составляют подземные воды. Объем подземных вод, пригодных для хозяйственно-питьевых целей, составляет 310 км³ в год. Некоторые подземные воды обладают лечебными свойствами.

Размещение водных ресурсов на территории России крайне неравномерно: более 3/4 всего речного стока приходится на бассейны крупнейших рек Сибири и Дальнего Востока - Оби, Енисея, Лены, Амура.

1.5. Роль растений в круговороте веществ в природе и жизни человека

Растения - один из первоисточников жизни на Земле, важнейший компонент биосферы.

Растительность разделяется на водную, почвенную, подземную и наземную.

Водная растительность играет большую роль в жизни водоемов и их обитателей. Загрязнение водоемов сточными водами, нефтью и другими веществами губит ее и требует принятия мер по охране

Почвенную растительность составляют бактерии, водоросли, некоторые грибы. Они участвуют в формировании почвы и ее плодородия. Почва загрязняется отходами промышленности и различными химическими веществами, применяемыми в сельскохозяйственном производстве. Поэтому предусматриваются мероприятия по ее охране.

Подземная растительность представлена преимущественно бактериями и

распространена на глубину более 12 км. Ее влияние на человека не изучено.

Наземная растительность представлена более 500 000 видами, широко используется человеком и более всего подвергается техногенным воздействиям. Предусматривается комплекс мер по ее охране.

Роль растений в круговороте веществ в природе определяется их свойством осуществлять фотосинтез, который повсеместно протекает на планете.

Растительный покров континентов ежегодно ассимилирует 10-100 млрд. т углерода. Примерно столько же углерода потребляет фитопланктон Мирового океана. В течение 300 лет растения усваивают столько углерода, сколько его содержится в атмосфере и водах. Растения Земли ежегодно образуют в процессе фотосинтеза около 177 млрд. т органических веществ. Из них 122 млрд. т составляет растительность суши и 55 млрд. т - растительность Мирового океана. Годовая химическая энергия продуктов фотосинтеза в 100 раз превышает выработку электроэнергии в мире.

Углекислый газ, выдыхаемый животными и растениями, уходит в атмосферу и вновь фиксируется клетками при фотосинтезе. Если бы он не поступал в атмосферу из земных недр и в основном при дыхании организмов, то его хватило бы для фотосинтеза только на 300 лет.

При усвоении растениями углерода в атмосферу выделяется кислород. Весь кислород атмосферы проходит через живое вещество примерно за 2000 лет.

Вода является источником водорода для восстановления углекислого газа и кислорода, выделяющегося при фотосинтезе в свободном виде в атмосферу. Усваивая при фотосинтезе углерод и выделяя в атмосферу кислород, растения используют и разлагают всю воду нашей планеты в течение 2 млн. лет.

Фотосинтез осуществляется на Земле свыше миллиарда лет. За это время было синтезировано огромное количество органических веществ, часть которых аккумулирована в литосфере: залежи нефти, горючих газов, каменных углей, горючих сланцев, торфа, газогидратов. Количество углерода, запасенного в виде угля и нефти, в десятки раз превышает его количество во всех живых организмах.

Фотосинтез представляет собой процесс, коренным образом преобразующий лик планеты.

Помимо углерода, водорода и кислорода, в состав молекул многих органических веществ входят атомы азота, серы, фосфора, магния, железа, меди, кобальта и других элементов, вовлекаемых в круговорот углерода, воды и энергии. Все они добываются растениями из почвы или водной среды в виде ионов солей, в основном в окисленном виде.

Минеральные соли, содержащиеся в почве, должны были бы вымываться из поверхностных слоев почвы. Но растительность постоянно поглощает часть

минеральных веществ из почвы, и они попадают в пищу животным. Животные (как и растения) после отмирания вновь передают минеральные вещества в почву, откуда они снова поступают к растениям.

Растения постоянно поддерживают присутствие в почве минеральных солей, что важно для ее плодородия. Растительность оказывает большое влияние на климат, животный мир и другие компоненты биосферы, с которыми она тесно взаимодействует. Это среда, необходимая для жизни людей и разводимых ими организмов. Она служит источником разнообразных пищевых продуктов, технического и лекарственного сырья, строительных материалов. Растения используются человеком в разнообразных технологических процессах: пивоварении, хлебопечении, очистке сточных вод и во многих других.

Они участвуют в образовании полезных ископаемых и почв, предохраняют поверхность Земли от разрушения водой и ветром, плодородные земли - от засыпания песками. Растительность оказывает на человека не только эстетическое воздействие, но и психогигиеническое. Многие растения стали объектами тщательных исследований биоников с целью использования имеющихся принципов и механизмов развития техники и компьютерных технологий.

Отрицательное воздействие растительности незначительно по сравнению с приносимой пользой. Дикие растения засоряют обрабатываемые земли и пастбища, водоемы, каналы. Массовое развитие водной растительности вызывает летние заморы рыбы в озерах. Известны случаи вредного воздействия растений на человека (грибковые заболевания, отравления) и окружающую среду (обрастание днищ судов, зарастание дорог).

Положительное влияние человека на растительность выражается в возделывании на обширных площадях разнообразных культурных растений, дающих высокий урожай и большое количество зеленой массы, участвующей в фотосинтезе. Общее количество зеленой массы возрастает в результате мелиоративных мероприятий: осушения болот, борьбы с засолением почв, а также окультуривания пастбищ. Большое внимание уделяется лесовозобновлению, лесонасаждению на открытых территориях, озеленению поселков и городов, а также борьбе с вредителями леса и культурных растений.

К отрицательным воздействиям человека относится уничтожение растений при рубке лесов, выкашивании, сборе трав, стравлении посевов домашними животными, создании водохранилищ, открытой разработке полезных ископаемых, пожарах, распашке новых угодий. Ухудшение условий жизни растений происходит при орошении, осушении, засолении почв, изменении гидрологии водоемов, а также загрязнении среды вредными химическими веществами и элементами, заносе вредных организмов (возбудителей болезней,

конкурентов).

Растительность часто не может реализовать функцию самовосстановления вследствие изменений условий размножения, роста и развития под прямым или косвенным техногенным воздействием. Поэтому некоторые виды растений становятся редкими, исчезают в определенном районе или на всей планете.

В результате антропогенного воздействия происходит сокращение растительного покрова Земли до 100 км² в сутки, а также обеднение его видового состава. Роль растений в круговороте веществ в природе и жизни человека предполагает постоянный контроль над допустимыми пределами этих изменений как в местном, так и в планетарном масштабе. Охрана, рациональное использование и восстановление растительных ресурсов стали государственной задачей.

Растительные ресурсы планеты могут обеспечить существование 60 млрд. человек, домашних и диких животных, если их использовать разумно и принимать меры к охране и воспроизводству.

1.6. Лесные ресурсы

Лес имеет значение не только как экономический фактор, но и как географический, оказывающий большое влияние на другие типы ландшафтов и на биосферу в целом. Лес является источником древесины, пищевого, технического и лекарственного сырья.

Из древесины производится до 20 тыс. изделий. Древесина самый распространенный вид строительного материала и универсальный материал хозяйственного, оборонного, культурного и бытового значения. В химической промышленности из нее изготавливают бумагу, искусственные шерсть и шелк, пироксилин, бездымный порох, целлулоид, фото- и киноплёнку, нитролаки и нитрокраски, искусственную кожу, пластмассы, этиловый и метиловый спирты, уксусную кислоту, искусственный каучук и многое другое. По своему значению древесина занимает пятое место после нефти, газа, каменного угля и пищевого сырья.

Для жизни человека и биосферы имеют значение природоохранная, почвозащитная и климаторегулирующая функции лесов.

Почва под пологом леса промерзает на меньшую глубину, чем на открытых местах. Таяние снега удлиняется на 2-3 недели, и оттаявшая почва хорошо впитывает влагу. Талые и ливневые воды не скатываются потоками по поверхности почвы, а постоянно впитываются ею и пополняют грунтовые. Это уменьшает опасность наводнений, поддерживает полноводность рек, пополняющихся в течение лета за счет грунтовых вод.

В России создана система водоохранных лесов, составляющих около 5% всей лесной площади. Лес, задерживая поверхностный сток талых и ливневых вод, ослабляя силу ветра, защищает почву от размыва и смыва, от выветривания ее плодородного слоя, препятствует развеванию песков.

Лес смягчает климат, делает его более влажным, обуславливает частую облачность и большее количество осадков. На каждые 10% лесистости в наветренной части района приходится 4% дополнительных летних осадков. Ослабляя резкие колебания температуры, лес улучшает климат приземного слоя воздуха, смягчает влияние холодных ветров и суховеев. Лес имеет огромное эстетическое значение и играет важную роль в охране здоровья человека.

Общеизвестно исцеляющее действие сосновых боров на больных туберкулезом благодаря дезинфицирующим свойствам терпенов, испаряющихся из смолы. Древесные насаждения в городах поглощают выделяемую в воздух углекислоту и восстанавливают необходимый для жизни кислород. В парках количество пыли в воздухе бывает в десятки раз меньше, чем на городских улицах.

Листья и цветы многих деревьев в лесопарках и парках выделяют фитонциды, которые обезвреживают городской воздух, не только убивая вредные микроорганизмы, но и задерживая развитие крупных носителей инфекций. Зеленые насаждения хорошо поглощают звуки, способствуют борьбе с шумом в городах и населенных пунктах.

Леса покрывают около 1/3 суши Земли, их общая площадь составляет около 30 млн. км². 70% лесов планеты 70% составляют хвойные, 30% -лиственные.

Уничтожение лесов началось еще на заре развития человечества и продолжается до настоящего времени. За последние 10 тыс. лет на земном шаре истреблено две трети всех лесов. На территории Северной Америки это привело к катастрофическим последствиям на площади 540 млн. га: сильной эрозии почв, частым пыльным бурям, наводнениям и летним засухам. Прямые убытки от беспорядочной рубки лесов исчисляются ежегодно миллиардами долларов, На острове Мадагаскар леса исчезли с огромной территории.

Современная интенсивная вырубка тропических вечнозеленых лесов, называемых «легкими планеты», приводит к их исчезновению со скоростью более 20 га в минуту.

Резкое сокращение лесов на планете привело не только к истощению лесного фонда, но вызвало обмеление рек и озер, разрушительные наводнения, селевые потоки, эрозию почв, а также изменение климата.

Обмеление рек и озер широко распространено во многих районах земного шара. Оно отрицательно сказывается на рыбных запасах и сельском хозяйстве. Наводнения широко распространены во многих районах земного шара и

приносят несчислимые бедствия. Особенно часто они повторяются в Китае и Пакистане, Северной и Южной Америке, Западной Европе.

Катастрофические наводнения, сопровождающиеся гибелью людей и огромными материальными убытками, стали ежегодным явлением. В результате население оказывается в столь бедственном положении, а материальный ущерб настолько велик, что установилась гуманная традиция оказывать пострадавшим срочную материальную помощь другими государствами через организацию Красного Креста и ООН.

Вырубка лесов в горах приводит к возникновению селевых потоков. Особенно губительным последствием вырубки лесов является эрозия почв, которая широко распространилась по всему земному шару и стала бичом сельского хозяйства.

Уничтожение лесов на обширных территориях ухудшает климат, делает его более сухим и континентальным, способствует усилению ветров и распространению суховеев, появлению засух, что отрицательно сказывается на сельском хозяйстве.

Все леса России делятся в зависимости от назначения на три группы.

К первой группе отнесены леса государственных заповедников, почвозащитные, полезащитные, защитные полосы вдоль рек, курортные, зеленые зоны вокруг городов и населенных пунктов, ленточные боры Сибири, степные колки и защитные лесополосы вдоль железных и шоссейных дорог. Леса этой группы не эксплуатируются, в них разрешаются лишь сельскохозяйственные и санитарные рубки. Они составляют около 15% общей лесной площади страны.

Вторая группа включает водоохранные леса, леса густонаселенных и промышленных областей европейской части России и некоторых областей Сибири. В этих местах средняя лесистость составляет от 5 до 45%. В лесах этой группы установлен ограничительный размер рубок, который определяется для каждого лесхоза с учетом правильного ведения хозяйства и современного лесовозобновления.

Третья группа образуют леса лесозаготовительных районов России (Европейский Север, Урал, Сибирь, Дальний Восток), где размер пользования не ограничен и определяется государственным планом лесозаготовок. В пределах этой зоны имеются Кировская, Вологодская, Свердловская области, которые стали малолесными и требуют ограниченного лесопользования.

В соответствии с этим делением организована работа по охране лесов. В необходимых случаях леса переводятся из одной группы в другую.

Глава 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

2.1. Методологические и естественно-исторические основы охраны природы

Методологической основой охраны природы является закон материалистической диалектики о всеобщей взаимосвязи и взаимозависимости предметов и явлений в природе и обществе. Согласно этому закону ни одно явление в природе не может совершиться без того, чтобы не оказать влияние на множество других явлений и предметов. Каждое явление или предмет есть часть целого, именуемого природой.

Результаты взаимодействия природы и общества во многом зависят от существующих в природе взаимосвязей. Их учет необходим для управления процессом взаимодействия общества и природы.

От качественных и количественных особенностей взаимосвязей предметов и явлений в природе и обществе зависят характер природоохранной работы, ее принципы и методы.

В практике рационального использования и охраны природы необходимо учитывать законы, управляющие природными процессами, которые являются основой методологических принципов охраны природы.

Существующие в природе конкретные взаимосвязи, природные комплексы были раскрыты естествознанием. Теоретические основы охраны природы были заложены русским естествоиспытателем В. В. Докучаевым.

В работе «Учение о зонах природы» и в других работах он наметил контуры новой науки, предметом изучения которой является закономерная связь, существующая между силами, телами и явлениями, между мертвой и живой природой.

Идея В.В. Докучаева получила дальнейшее развитие в работе лесовода Г. Ф. Морозова «Учение о лесе», в учении академика В. Н. Сукачева о биогеоценозах и в работах современных экологов.

Академик В. И. Вернадский, основываясь на историческом опыте естествознания и достижениях естественных наук, сформулировал в начале XX в. общую концепцию биосферы Земли (книга «Биосфера» впервые вышла в 1926 г.). Он рассматривал биосферу не как простую совокупность живых организмов, а как единую термодинамическую оболочку, в которой сосредоточена жизнь и осуществляется постоянное взаимодействие всего живого с неорганическими условиями среды.

Биосфера - оболочка земного шара, занятая живым веществом, которое действует как геологическая сила, формирующая лик Земли.

Границы биосферы охватывают всю гидросферу (до глубины 15 км), нижний слой атмосферы (до 20 км высоты) и верхний слой литосферы (до 8 км глубины).

Биосфера, возникшая на определенном этапе эволюции планеты, тесным образом связана с другими ее сферами - атмосферой, гидросферой, литосферой.

Учение о биосфере является **естественно-исторической** основой охраны природы. Согласно ему к природе следует подходить как к единому целому, как к комплексу, все части которого тесно связаны друг с другом. Изменение в процессе хозяйственной деятельности хотя бы одного из элементов этого комплекса неминуемо вызывает изменения в другом и, как следствие, всего комплекса в целом.

Как показывает успешно развивающееся геохимическое направление в изучении ландшафтов, в основе взаимосвязи элементов природы лежит миграция химических элементов литосферы, гидросферы, атмосферы, биосферы.

Ведущее значение имеет миграция элементов, связанная с образованием растительного покрова и разложением мертвых остатков организмов, т. е. обмен веществ между живыми организмами и средой их обитания.

Живые организмы являются главным фактором миграции химических элементов. По В. И. Вернадскому, на земной поверхности нет химической силы более постоянно действующей, а поэтому более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом. Захватывая энергию Солнца, живое вещество создает химические соединения, при распаде которых эта энергия освобождается в форме, способной производить химическую работу. Взаимосвязи составных частей природы многообразны, но первопричина их почти всегда одна - солнечная энергия, вызывающая сложные химические реакции, а через них - биологические и другие процессы. Непрерывность взаимодействий в биосфере как в прошлую, так и в настоящую геологическую эпоху осуществляется благодаря бесконечному круговороту веществ в природе, первооснова которого — солнечная энергия.

Основой динамического равновесия и устойчивости биосферы является круговорот веществ и превращение энергии. Круговорот складывается из множества процессов превращения и перемещения веществ, таких как круговорот воды, кислорода, углерода, азота, минеральных веществ.

Решающее значение в истории образования биосферы имело появление на Земле автотрофных растений, способных улавливать энергию солнечных лучей и синтезировать органическое вещество из минерального. Фотосинтез до работы В. И. Вернадского рассматривался как собственно биологический процесс, как процесс самоподдержания жизни путем улавливания лучистой энергии Солнца. Он показал, что благодаря фотосинтезу меняется весь облик Земли.

Общая масса живого вещества Земли исчисляется сотнями миллионов тонн и

включает 500 тыс. видов растений и 1,5 млн. видов животных. Данных по биомассе микроорганизмов нет. Полагают, что она достигает многих миллиардов тонн. Ежегодный прирост живого вещества (главным образом за счет фотосинтеза) равен $8,8 \times 10^{11}$ т.

Солнечная энергия на Земле вызывает два круговорота веществ в природе - малый, или биологический, и большой, или геологический. Первый развивается на основе второго, оба взаимосвязаны и представляют собой единый процесс.

Биологический круговорот - это круговая циркуляция веществ между почвой, растениями, микроорганизмами и животными.

Зеленые растения в процессе фотосинтеза потребляют из почвы минеральные вещества, а из воздуха - углекислый газ и выделяют кислород, создавая при этом органические вещества (в виде своих тел) из неорганических. Их называют *продуцентами* (производители). Они перерабатывают и накапливают солнечную энергию в органо-минеральных веществах.

Животные потребляют кислород, поедают растения и выделяют углекислоту. Это *консументы* (потребители), которые потребляют эти вещества и накапливают энергию.

Бактерии, грибы, простейшие перерабатывают мертвых животных и растения (отходы производства), разрушают их, превращая в минеральные или простые органические соединения, в свою очередь потребляемые растениями при фотосинтезе. Это разрушители - *редуценты*, обеспечивающие минерализацию органического вещества.

Микроорганизмы до конца разрушают органические остатки, превращая их в минеральные соли, углекислоту, иоду, простейшие органические вещества, используемые растениями при фотосинтезе. С помощью редуцентов осуществляется естественная регуляция биосферы.

Редуценты замыкают цикл внутреннего круговорота веществ и превращения энергии и обеспечивают подготовку следующего цикла.

Биологический круговорот - основа существования биосферы. Он основан на способности одних организмов пользоваться отходами других. Все живые организмы выполняют в биосфере определенную роль.

Биологические круговороты несколько нарушались, так как из них выводились излишки, которые откладывались на дне океана, депонировались в глубинах земной коры в виде нефти, каменного угля, газа, битуминозных горных пород, известняков и других минералов органического происхождения. Эти компоненты не засоряли биосферу и не оказывали вредного влияния на течение самого процесса.

В дальнейшем под влиянием тектонических и иных геологических процессов (вулканическая деятельность, подъем и опускание земной коры, изменение границ суши и воды) они вновь попадают в биологический круговорот.

Геологический круговорот - это круговорот веществ между океаном и сушей. Вода с содержащимися в ней некоторыми веществами испаряется и воздушными течениями переносится на десятки, сотни и тысячи километров.

Выпадая в виде осадков, она способствует разрушению горных пород, делает их доступными для растений и микроорганизмов, размывает верхний почвенный слой и уходит вместе с растворенными в ней химическими соединениями и взвешенными органическими частицами в моря и океаны.

С поверхности Земли за одну минуту испаряется около 1 млрд. т воды. На образование 1 г водяного пара затрачивается 2250 кДж (537 ккал) тепла. Огромное количество энергии, затраченной на испарение воды, возвращается в атмосферу.

Циркуляция воды между сушей и Мировым океаном - важнейшее звено в поддержании жизни живых организмов на земной поверхности и основное условие взаимодействия растений и животных с неживой материей. Геологический круговорот - сила, которая постепенно разрушает литосферу и переносит ее по частям в глубины морей и океанов.

Благодаря деятельности организмов образуются почва и кора выветривания, формируется химический состав гидросферы и атмосферы.

Миграция химических элементов в ландшафте определяется двумя противоположными процессами:

- образованием живого вещества из элементов окружающей среды, совершающимся за счет солнечной энергии;
- разрушением органических веществ, сопровождающимся выделением энергии, в результате чего элементы переходят из органических соединений в минеральные.

В каждом ландшафте элементы минеральных соединений многократно попадают в живые организмы и входят в состав сложных органических соединений, а при разрушении снова переходят в минеральную форму. Указанные процессы образуют круговорот веществ в живой и неживой природе, который лежит в основе существующих в ней взаимосвязей. Взаимосвязаны все процессы, происходящие в биоценозах, биogeоценозах и биосфере в целом.

Благодаря круговороту веществ природа планеты и отдельных ее частей представляет нечто единое, связанное.

Трудность выявления существующих в природе взаимосвязей обусловлена замедленностью процессов взаимодействия и многочисленностью звеньев цепей, связывающих элементы природы.

Взаимосвязь явлений в природе обуславливает ее сопротивляемость, устойчивость. Изменение человеком одного или нескольких элементов в биоценозе вызывает частичные и постепенные затухающие перестройки в целом, вследствие чего утраченное равновесие восстанавливается. Эта амортизационная сила природы, ее способность восстанавливаться привела к тому, что человечество долгое время не могло осознать двойственный характер своего места в природе - разрушителя и созидателя.

В связи с развитием природы и человечества, существующие в ней связи между явлениями и предметами изменяются, преобразуются, заменяются новыми. Итоги взаимодействия становятся иными, что приводит к изменению

значения элементов природы в жизни человека.

Под влиянием сплошной вырубki лесов происходят коренные изменения в характере круговорота веществ в преобразованном ландшафте и за его пределами. После вырубki территория превращается в пустыню или полупустыню, возникает новый ландшафт с совершенно иными взаимосвязями между его компонентами. Нагретый в лишенных влаги местах воздух устремляется в соседние, вызывая там иссушение почвы и мелких водоемов, гибель некоторых диких и культурных растений, ухудшение условий жизни животных и человека.

Возобновляемые природные ресурсы представляют собой единое целое, а не механическую сумму различных видов энергий и ресурсов. В этом и состоит концептуальная идея, требующая нового практического подхода к среде, окружающей человека.

2.2. Роль природы в общественном развитии

Взаимодействие общества и природы вначале основывалось на биологическом обмене веществ. Зависимость человека от природы была велика, а влияние на нее - незначительным. В дальнейшем благодаря усложнению и совершенствованию форм трудовой деятельности человек все больше освобождался от прямой зависимости от внешней среды и влиял на природу.

Влияние природы на человечество. Природа была и остается одним из постоянных условий развития общества. В ходе истории роль природы меняется, поскольку меняются общественные отношения, через которые она воздействует на человека. Но значение природных ресурсов в развитии экономики общества остается неизменным и до настоящего времени.

Влияние общества на природу. Человек на ранней стадии своего развития - это продукт природы. В процессе эволюции под влиянием производительной деятельности он превратился в разумное существо. Это означало появление на Земле новой социальной формы движения материи. Человечество постепенно превратилось в мощный фактор изменения природы.

Согласно современным представлениям, *антропогенный обмен веществ* - это сложный процесс обеспечения жизни общества за счет веществ и энергии, взятых из природы. Только благодаря непрерывности обмена веществ и энергии между обществом и природой возможно существование и развитие цивилизации.

Отличие общества от биологических систем заключается в наличии волевого, организующего начала во всех его основных обменных процессах и возможности их сознательной регуляции и контроля.

Антропогенный обмен веществ представляет собой часть круговорота

веществ планеты, обусловленный взаимодействием общества и природы. Ведущей стороной этого обмена является общество. Доля антропогенного обмена веществ и энергии в общем круговороте веществ и энергии планеты возрастает. В активный круговорот веществ планеты включены новые для нее синтетические материалы, ядохимикаты, химические удобрения.

Человек своей деятельностью изменяет качественные и количественные особенности планетарного круговорота веществ. Человечество стало важнейшей геологической силой на Земле.

Объем усваиваемых обществом веществ и энергии в расчете на каждого человека непрерывно растет. Растет и интенсивность антропогенного обмена веществ, в результате чего в него вовлекается все больше разнообразных веществ, в том числе искусственных, ранее не существовавших и все больше выделяется побочных, вредных веществ и энергии. Воздействие на природу отходов производства имеет *отрицательные последствия и приобретает опасный характер*.

Антропогенный обмен веществ экологически несовершенен из-за низких значений коэффициента полезного использования природных ресурсов. Он в среднем достигает 5-10%. Огромные отходы производства не разлагаются на компоненты, используемые в производстве, а загрязняют и ухудшают природную среду.

Таблица 2

Биогеохимические и технохимические агенты в биосфере (по В.А. Ковде)

Агенты	Величина, г
Биогеохимические	
Биомасса суши	310^{12} - 1×10^{13}
Фотосинтез на суше	10^{10} - 10^{11} в год
Оборот зольных органических веществ на суше	10^8 - 10^9 в год
Сток рек:	
растворенные вещества	3×10^9 в год
взвешенные вещества	$1 \times 6 \times 10^{10}$ в год
Технохимические	
Производство удобрений	3×10^8 в год
Пыль индустриальная	$0,25 \times 10^9$ в год
Мусор, отходы, отбросы	20×10^9 в год
Выемка рудных пород	5×10^9 в год
Индустриальные и городские сбросные воды	до 55×10^{11} м ³ в год
Аэрозоли и газовые выбросы	до 10^9 в год

В период научно-технического прогресса *воздействие человека на природу приняло глобальные масштабы* (табл. 2). Отходы жизнедеятельности человечества агрессивно воздействуют на биосферу, которая неприспособленна

к их усвоению и нейтрализации.

Планетарный характер вносимых человеком нарушений в биогеохимический круговорот проявляется в круговороте углерода и кислорода. Кислород и углерод - два биофильных элемента, играющих важнейшую роль в природе и особенно в биосфере.

Фотосинтез продуцирует в биосферу кислород и является основным поглотителем углекислого газа. Благодаря ему происходит взаимодействие углекислого газа, поступающего из атмосферы, с водой из почвы. В зеленом листе синтезируются растворимые углеводы и выделяется кислород за счет разложения воды. Водород воды используется на восстановление углекислого газа и участвует в образовании органических соединений, а кислород выделяется из тела растений и поступает в атмосферу.

Углекислый газ хранится в живой биомассе, органических веществах, осадочных породах и горючих ископаемых, в гумусовой оболочке суши и мелководий. Он возвращается в атмосферу путем выдыхания животных и растений, выделения бактериями при разложении углеродных соединений, остающихся в телах умерших организмов.

Живое вещество и почвы обогащаются углеродом в огромных количествах, способствуют накоплению кислорода в атмосфере. Углерод и его соединения - основа всех форм жизни. С циклами углерода связаны природные циклы кислорода, азота, фосфора, серы.

Растительный покров суши ежегодно ассимилирует десятки миллиардов тонн углерода (от 10 до 100 млрд. т). *Антропогенное нарушение биохимического цикла углерода* в биосфере (пополнение углекислым газом) происходит из-за сжигания ископаемого топлива, металлургической и химической промышленности, сокращения биомассы лесов, окисления гумуса пахотного слоя.

Антропогенное поступление оксида углерода в 100-200 раз превышает естественное производство этого биофила в результате дыхания растений, животных, гниения и других окислительных процессов. Прирост углерода за счет антропогенных факторов составляет 6-10 % к нормальному ежегодному приросту. За последние 100 лет общая концентрация углекислоты в атмосфере увеличилась на 10-15%. Углекислый газ обладает способностью вызывать парниковый эффект, и излишнее накопление его в атмосфере может привести к потеплению климата на Земле.

Снижение содержания в атмосфере кислорода и озона обусловлено увеличением их расхода при сжигании топлива и окислении антропогенных соединений азота, серы, углеводов, водорода. Все моторы потребляют кислород. На все формы сжигания топлива, на металлургическую и химическую

продукцию, на окисление отходов ежегодно расходуется $10\text{-}20 \times 10^9$ т кислорода, а продукция фотосинтеза равна $120\text{-}190 \times 10^9$ т кислорода в год.

Часть кислорода связывается в карбонатах и органическом веществе, уходящем в континентальные и морские осадки. Это выключает кислород из круговорота на сотни, тысячи и миллионы лет. Значительное количество кислорода необратимо связывается в процессах выветривания минералов, идет на окисление добываемых металлов и сульфидов, на интенсивное глинообразование и гидратацию оксидов и глин.

Влияние общества на природу достигло больших масштабов. Оно сказывается не только на отдельных природных ресурсах, но и на глобальных процессах биосферы, нарушение которых может привести к опасным для жизни на планете последствиям.

Стихийное бездумное вмешательство человека в круговорот природы недопустимо. Природные ресурсы должны использоваться рационально, с учетом существующих в природе взаимосвязей. Уровень современного научно-технического прогресса уже теперь позволяет расширить масштабы создания малоотходного и даже безотходного производства. Это оздоровит природу, сохранит природные богатства не только для живущих, но и будущих поколений.

Современная биосфера - результат длительной эволюции всего органического мира и неживой природы. В ее эволюции принимает участие и человек, который заинтересован в стабильности воспроизводства природных ресурсов и общества (табл. 3).

Таблица 3

Условия воспроизводства природных ресурсов и общества

Природные ресурсы	Общество
Всеобщий круговорот вещества и энергии в природе	Выбор и удовлетворение разумных потребностей
Круговорот вещества и энергии вне Земли	Общественное производство
Сохранение основных качественных и количественных характеристик круговорота вещества и энергии на Земле (в атмосфере, гидросфере, биосфере, литосфере)	Научно-технический прогресс; устойчивое эволюционное развитие социальных систем; предметы труда; средства труда; целесообразная деятельность людей
Отсутствие природных катастроф, способных уничтожить частично или полностью природу и общество на Земле	Отсутствие опасных воздействий антропогенной деятельности на природу и общество

Воздействие человека на природу в начальный период своего развития было незначительным. По мере прогресса в развитии общества оно все более возрастало и в настоящее время по своим масштабам приближается к действию геологических процессов. Биосфера земли, по определению В. И. Вернадского, становится *ноосферой* - сферой разума, а человечество-мощной геологической силой.

2.3 Охрана природы

Все явления природы имеют множественное значение. К каждому следует подходить с учетом интересов разнообразных отраслей народного хозяйства и сохранения восстановительного потенциала природы.

Необходимо принимать во внимание местные условия при охране и использовании каждого природного ресурса. При оценке достаточности природного ресурса и соответственно выработке отношения к нему следует исходить из его состояния не в масштабе всей страны, а только в данном регионе. Особенно это касается воды и леса. Таково *правило региональности*. Согласно ему, обращение с одним и тем же природным ресурсом в разных природных зонах должно быть различным, в зависимости, прежде всего, от природных условий местности и от запаса этого ресурса.

Есть много мест на земном шаре, где в настоящее время воды уже не хватает. Избыток воды в других местах не спасает положения.

В западных и южных районах России необходимо увеличивать не заготовку леса, а лесные посадки, имеющие существенное ландшафтное значение.

Правило региональности действительно и в применении к животному миру. Один и тот же вид промыслового животного надо в одних местах строго охранять, в других можно интенсивно промысливать.

Охрана одного объекта природы означает охрану и других объектов, тесно с ним связанных. Охрана воды от загрязнений - это одновременно и охрана рыбы. Охрана с помощью леса нормального гидрологического режима местности способствует охране почвы от водной эрозии и вымывания из нее минеральных солей.

Косвенная охрана осуществляется тогда, когда охраняется не только сам природный компонент, но и другой более ценный компонент. *Охрана одного объекта может приносить вред другому.* Так, охрана лося, приводящая местами к перенаселению, приносит лесу существенный вред. *Охрана* каждого природного объекта *должна учитывать* интересы охраны других природных компонентов.

Охрана природы является *комплексной задачей*. Ведомственный подход к охране природы, игнорирующий ее теоретические основы, недопустим.

Охрана природы и использование природы - имеют неантагонистические противоречия. Необходимо разумное соотношение использования и охраны, что определяется количеством и распределением ресурса, экономическими

условиями региона и бытовыми потребностями населения.

Основной принцип охраны природы - *охрана в процессе использования*.

Взаимодействие общества и природы характеризуется возникновением определенной напряженности между ними. Антропогенное воздействие входит в число факторов, влияющих на планетарные процессы.

В процессе взаимодействия общества и природы осуществляется обмен веществ между производственной и природной сферами. Он называется антропогенным метаболизмом или социальным обменом веществ.

Антропогенный обмен складывается из двух составляющих: суммы индивидуальных обменов веществ всех людей на Земле (биологическая часть) и суммы техногенных обменов в процессе производства (техническая часть). Это обмен веществ и энергии между техносферой и биосферой. Сфера сельского хозяйства или пищевая промышленность включает элементы того и другого обмена.

Технологический обмен аналогов в природе не имеет и порождает проблемы и противоречия между обществом и природой.

Технологический процесс начинается вводом исходных веществ и завершается выводом разнообразных готовых изделий и отходов. Система антропогенного обмена включает ввод природных ресурсов, их переработку с использованием энергии и вывод в окружающую среду отработанных веществ - производственных и бытовых отходов и отслуживших свой срок готовых изделий. Процесс этот носит линейный, незамкнутый и конечный характер, поскольку возвращение отходов и отработанных изделий в качестве исходного сырья - еще редкое событие.

Обмен веществ в биосфере основан на других принципах. В экосистемах любые выделения продуктов метаболизма (отходы) одних живых существ используются в качестве пищи другими живыми существами. Поэтому процесс движения веществ в биосфере имеет замкнутый, циклический характер.

Качественные различия обменных процессов техносферы и биосферы следующие:

- в *биосфере* - это поток энергии и круговорот веществ как бесконечный цикл;

- в *техносфере* - это поток энергии и поток веществ как множества конечных линейных отрезков.

Эти различия приводят к противоречиям в их взаимодействии. Биосфера и техносфера функционируют в одном пространстве. Поэтому необходимо сгладить эти противоречия и вызванные ими напряженности.

Объем и скорости антропогенного обмена, особенно в его технологической части, достигли уровня, при котором проявляется напряженность и на вводе и на выводе системы. Можно выделить *глобальные проблемы*: охрана окружающей природной среды от загрязнения, обеспечение населения пищевыми продуктами, снабжение промышленности минеральным сырьем и энергией.

В условиях научно-технической революции масштабы влияния человеческой

деятельности на природную среду резко возросли.

Вывод из системы антропогенного обмена в природу всевозможных отходов, а также попадание в жизнеобеспечивающие геосферы из литосферы токсичных веществ называется загрязнением окружающей среды.

К середине XX в. объемы и токсичность техногенных выбросов не превышали способности биосферы к их поглощению и нейтрализации. Теперь они достигают, а в некоторых крупных градопромышленных центрах уже достигли, предела возможностей природных экосистем к самоочищению.

Нефть в небольшом количестве естественным путем просачивается из литосферы. Объем нефти, попадающей в Мировой океан с морских нефтепромыслов, нефтеперегонных заводов и танкеров, в десятки раз превышает ее естественную утечку в гидросферу. Покрывая воду тонкой пленкой на больших площадях, нефть препятствует проникновению в воду газов - кислорода и углекислоты. Водные растения и животные угнетаются и погибают.

Газообразные соединения серы также всегда присутствуют в атмосфере, но теперь почти половина ее общего количества привносится промышленностью. В воздухе промышленных районов объем сернистых выбросов промышленного происхождения во много раз превосходит количество ее природных соединений.

Сернистый газ, образующийся от сгорания угля и некоторых видов нефти, является одним из основных загрязнителей окружающей среды. Во влажном воздухе сернистый ангидрид, соединяясь с водой, образует серную кислоту. Кислотные дожди губят все живое. Выпадая с дождем или плавая в атмосфере с капельками тумана, серная кислота разъедает не только легкие людей, но и металлы, краски, камни, вызывая порчу скульптур, износ инженерных сооружений.

Особенно опасно загрязнение атмосферы окисью углерода или угарным газом. Всего в атмосфере его содержится $2,3 \times 10^{10}$ т, почти половина (1×10^{10} т) - газ антропогенного происхождения, образующийся при сжигании топлива. Окись углерода опасна для человека тем, что, попадая при дыхании в кровь, соединяется с гемоглобином в 200-300 раз быстрее, чем с кислородом, что может вызвать тяжелые отравления, вплоть до смертельного исхода.

Фиксация атмосферного азота промышленностью минеральных удобрений уже значительно превосходит его естественное связывание в биосфере.

Смытые с полей азотные удобрения попадают в водоемы, вызывая бурное развитие водорослей, затрудняя водоснабжение и вызывая ночные заморы рыб. Азот, попадая в организм человека, после ряда реакций связывается с гемоглобином крови и резко снижает его способность переносить кислород.

В природную среду в значительном количестве поступают синтетические вещества, чуждые природе, большая часть которых ядовита для живых организмов и самого человека. Многие из них не поддаются разложению и даже предварительной обработке естественным путем. Тем самым усиливается общее загрязнение окружающей среды.

В атмосферу вносятся чуждые ей вещества: радиоактивные элементы, ртуть,

свинец, ядохимикаты, синтетические моющие средства и другие стойкие соединения, способные накапливаться в живых организмах и окружающей среде.

Тепло антропогенного происхождения непрерывно возрастает со скоростью 4-5% в год. В промышленных районах доля антропогенного тепла составляет до 5% суммарной солнечной радиации, оказывая заметное влияние на формирование климата и погоды.

В мире утверждается новая концепция социального и научно-технического развития - оптимизация взаимодействия общества и природы.

Наукой и производством решается задача использования природных ресурсов при одновременном поддержании оптимального качества природной среды.

Производится *очистка вредных отходов* промышленных и сельскохозяйственных предприятий. На предприятиях строятся специальные очистные сооружения, улавливающие из отходов загрязнители.

При проектировании предприятий в соответствии с характером и объемом предполагающегося загрязнения предусматриваются очистные сооружения определенной конструкции и мощности. Этот путь имеет определенные ограничения, поскольку в тех случаях, когда стоимость очистки и утилизации отходов превышает стоимость продукции, производство становится экономически необоснованным.

Создание систем малоотходного и безотходного производства требует такой технологии, при которой круговорот веществ будет замкнутым. Все поступающее сырье перерабатывается на полезные продукты или поступает на другие производства. Предприятие многократно использует воду и отходы для изготовления изделий. Оптимизация взаимодействия природы и общества заключается в превращении конечного линейного процесса производства в бесконечный природно-производственный цикл.

Необходимым условием борьбы с загрязнением биосферы является мониторинг - слежение за процессами, вызывающими загрязнение и другие изменения природной среды. Он организуется как в масштабе всей планеты, так и в отдельных экосистемах.

В 1974 г. было проведено 1 Международное совещание, на котором обсуждалось создание глобальной системы мониторинга.

2.4. Обеспечение населения мира пищевыми продуктами

Голод - одно из распространенных бедствий в жизни населения ряда стран. Ежегодно голодают около 500 млн. жителей Земли, в том числе 250 млн. детей.

Производство пищевых продуктов связано с динамикой народонаселения. Так, в VIII-VII тысячелетиях до н. э. на планете жили 5-10 млн.; к началу - 250-300 млн.; в 1750 г. - 726 млн.; в 1900 г. - 1,66 млрд.; в 1950 г. - 2,5 млрд.; в 2000 г. -

6 млрд. человек.

Проблема народонаселения вполне разрешима. Демографические процессы в мире имеют различную региональную специфику. Во многих странах Европы и Северной Америки годовой прирост населения составляет примерно 1 % и продолжает сокращаться. Эта тенденция характерна и для России.

В большинстве развивающихся стран быстрый рост населения затрудняет повышение уровня его благосостояния, порождает сложные социально-экономические проблемы. Во многих странах Азии и Африки ограничивается рождаемость.

С середины 70-х гг. XX в. стали появляться признаки прироста населения в Китае и Индии в результате возрастания доли городского населения, повышения культурного уровня, успехов здравоохранения. Успех программы «Планирование семьи» связан с развитием общего и полового образования вступающих во взрослую жизнь поколений молодежи.

Народонаселение Земли во второй половине XXI в. достигнет 10- 12 млрд. человек. По мнению ученых, обеспечение такого количества продовольствием - задача реальная. Человечество может полностью удовлетворить свои потребности в продовольствии путем увеличения площади возделываемых земель, применения передовой техники и повышения урожайности. При повсеместном использовании передовой технологии можно получить продовольствия дополнительно на 38- 48 млрд. человек.

2.5. Использование ресурсов

Полезные ископаемые дают 75% сырья для химической промышленности, на продукции недр работают почти все виды транспорта, самые разнообразные отрасли промышленности.

Потребность в минеральных ресурсах продолжает возрастать. За два десятилетия потребление нефти возросло в 4 раза, природного газа - в 5, бокситов - в 9, каменного угля - в 2 раза. Общие запасы минерального сырья на Земле уменьшаются, несмотря на непрерывную геологическую разведку.

Более двух третей мирового объема производства горнорудной продукции обеспечивают шесть крупнейших сырьевых держав: США, Китай, Австралия, ЮАР, Россия, Канада. При расчете на душу населения и 1 км² площади Россия оказывается соответственно в третьем и четвертом десятке добывающих стран мира. Общий объем горного производства в 1996 г. в России составил 12.7 млрд. дол.

На экспорт была представлена следующая продукция: рудничной отрасли на 1 млрд. дол., каменный уголь (конечный продукт) -1 млрд. дол., драгоценные

камни и металлы - 3,8 млрд. дол. и на 9 млрд. дол. переделной продукции - рафинированных металлов, сплавов, химикалий. Таким образом, основная статья экспорта сырья - переработанная продукция.

Рекордный уровень производства минеральных удобрений в России достигнут в 1988 г. - 18,1 млн. т, в том числе фосфорных - 5,7, калийных - 5,4 млн. т. В 1996 г. производство фосфорных удобрений составило 2,4 млн. т, калийных - 3,5 млн. т. Их добыча производится на крупнейших в России и в мире горно-обогатительных предприятиях - АО «Апатит», АО «Уралкалий», АО «Сильвинит».

В 1995 г. в России продано 1,6 млн. т удобрений, экспортировано 15,2 млн. т на сумму 1690 млн. дол., по средней цене 110,8 дол./т. Потенциальная потребность почв в России 25 млн. т питательных веществ - фосфорных, азотных и калийных удобрений. В 2000 г. поставки минеральных удобрений на внутренний рынок предполагается довести до 12,3 млн. т. Месторождения апатитов, фосфоритов и калийных солей нуждаются в более тщательном геолого-экологическом изучении. Будет проведена ревизия государственных балансов агроруд.

Топливо-энергетические ресурсы являются национальным достоянием России. В военно-промышленном и топливо-энергетическом комплексах сосредоточен основной интеллектуально-производственный персонал.

Недра России хранят 40 % мировых запасов газа. Уровень его добычи (годовой) составляет 31 % от мировой. Кроме того, в недрах содержится 13 % мировых запасов нефти, добывается 15,5 % и 12 % разведанных запасов угля.

В стране созданы и действуют уникальные в мировой практике технологические комплексы: электроэнергетический и нефтегазоснабжающий. Россия полностью обеспечивает как свои внутренние потребности в топливе и энергии, так и спрос на них стран Восточной и Центральной Европы (табл. 4).

Европейские страны Организации экономического сотрудничества (ЕЭС) 20% потребляемого газа получают из России: Украина - 80 %, страны Прибалтики - 100, страны Восточной Европы - 50 %.

В 1996 г. добыто 301 млн. т нефти с газовым конденсатом и 601,5 млрд. м газа. Запасы газа в подземных хранилищах на территории России на начало 1997 г. составляли 69,2 млрд. м³ (выше уровня 1996 г. на 10,5 млрд. м³). Каменного угля добыто 255 млн. т. Строятся новые высокоэффективные шахты и угольные разрезы. Соответственно закрываются убыточные и неперспективные шахты. На 60 добыча уже прекращена.

Прогнозные оценки добычи нефти и газа до 2010 г. неоднозначны. Сырьевая база позволяет обеспечить ее рост. Инвестиционная политика может обусловить прежний уровень.

**Производственный потенциал топливно-энергетического
комплекса России**
(по состоянию на 1. 01. 1997 г.)

Части топливно-энергетического комплекса	Количество
Эксплуатационный фонд скважин, тыс. скв.	140
Эксплуатационный фонд газовых скважин, тыс. скв.	6,6
Протяженность магистральных нефтепроводов, тыс. км	48,5
Протяженность магистральных газопроводов, тыс. км	150
Нефтеперерабатывающие заводы	28
Маслозаводы	5
Суммарная мощность нефтеперерабатывающих заводов, млн. т	282,1
Нефтебазы	1600
Угольные шахты (технические единицы)	195
Угольные разрезы (технические единицы)	70
Суммарная мощность угольных шахт и разрезов	347,3
Электростанции	440
Протяженность воздушных линий электропередач, тыс. км	2580

Кроме того, происходят потери минерального сырья при его добыче, обработке и транспортировке. При шахтной добыче теряется от 20 до 40% каменного угля, от половины до двух третей добываемой нефти и еще больше строительного камня. При открытой добыче потери уменьшаются до 10%.

Значительны *потери при обработке сырья*. При обогащении руды перед выплавкой металла вместе с нерудными минералами выбрасывается в отвалы концентрат, содержащий металл. В отвал попадает много других компонентов, которые не всегда считают выгодным извлекать. При обогащении руд цветных металлов потери могут достигать: серебра - до 80, цинка - 40-70%. Таким образом, образуются техногенные залежи.

Потери не прекращаются и после получения готового продукта. На заводах ежегодно уходят в стружку миллионы тонн металла. Потери при обработке минерального сырья обусловлены низким уровнем технологического процесса.

Значительны *потери при транспортировке* добытого или переработанного сырья: перевозках нефти и нефтепродуктов, каменного угля, цемента, минеральных удобрений.

Охрана минеральных ресурсов заключается в рациональном экономном использовании, комплексное освоение месторождений и руд, применение

трубопроводов и контейнеров, использование вторичного сырья, в частности металлолома. Так, 100 млн. т металлолома позволяют сэкономить 200 млн. т руды, 130 млн. т угля, 40 млн. т топлива.

К охране минерального сырья относится его замена синтетическими материалами. Уменьшение металлоемкости и энергетических затрат также способствует охране недр.

2.6. Природные источники энергии

Основной энергетической базой всегда служило горючее ископаемое. Интенсивно ведется его замена новыми источниками энергии.

Россия - единственная страна в мире, которая обеспечивает себя всеми видами ископаемого топлива. Непрерывный рост потребления энергии ставит перед человечеством проблему использования других ее видов: геотермальной, солнечной, гидроэнергии, ветровой и термоядерной энергии.

Основным источником энергии в России является тепловая энергия, получаемая от сгорания органического топлива - угля, нефти, газа, торфа. Тепловые электростанции пока еще более экономичны, чем другие.

Получение водорода в промышленных масштабах сложно и дорого, но это перспективный энергоноситель будущего. Его производство быстро растет. К 2000 г. в мире будет выработано не менее 100 млрд. т водорода. Он является чистым топливом, не загрязняющим природную среду.

Энергия гидроэлектростанций безвредна для природной среды. Но строительство водохранилищ на равнинах имеет отрицательные последствия. По запасам гидроресурсов Россия занимает первое место в мире.

Существенным отрицательным последствием строительства ГЭС на равнинных реках является затопление сельскохозяйственных земельных площадей. Их площадь, занимаемая существующими в России водохранилищами, составляет 75 тыс. км². Мелководные зоны водохранилищ при сработке воды осушаются, и использование их затруднено. Такие зоны занимают 40% площади водохранилищ.

Энергетический кризис возможен, если ориентироваться только на ископаемое топливо. Он связан с истощением источника топлива и загрязнением природной среды.

Загрязнение окружающей среды радиоактивными веществами и опасность для жизни людей возникают при авариях на электростанциях.

Запасы тепла в земных недрах практически неистощимы, его использование, сочетающееся с охраной окружающей среды, весьма перспективно. Температура скальных пород с увеличением глубины на 1 км

повышается на 13,8 °С и на глубине 10 км достигает 140-150°С. Известно, что во многих районах уже на глубине 3 км температура пород достигает 100°С и больше.

В России, США, Японии, Италии, Исландии используют тепло горячих источников для выработки электроэнергии, отопления зданий, подогрева теплиц и парников.

Электростанции строят в районах вулканизма. Получаемая от них электроэнергия самая дешевая. Однако коэффициент полезного действия геотермальных электростанций невысок из-за низкой температуры воды, поступающей из недр на поверхность. Ориентировочные запасы термальных вод на территории России составляют внушительную величину - 19 750 тыс. м³/сут.

Эксплуатация геотермальных вод затруднена из-за сброса и захоронения отработанных минерализованных вод, поскольку они могут оказать вредное влияние на окружающую среду.

«Чистое» и практически неисчерпаемое излучение Солнца - один из наиболее перспективных источников энергии. Солнечной энергии поступает на земную сушу в 14-20 тыс. раз больше сегодняшнего уровня энергопотребления.

Преимущества солнечной энергии состоят в ее доступности, неисчерпаемости, отсутствии побочных, загрязняющих среду продуктов. К недостаткам следует отнести низкую плотность и прерывистость поступления на поверхность Земли, связанную с чередованием дня и ночи и погодой.

Солнечная энергия используется в ограниченных масштабах в жилых и других зданиях. Устанавливаемые на крышах солнечные батареи обеспечивают дешевый нагрев воды для бытовых нужд. Более 1 млн. таких нагревательных приборов установлено в России, Японии, Австралии и других странах. Разрабатываются способы использования солнечной энергии для промышленных нужд, вплоть до создания станций в космосе.

Используется энергия ветра, морских течений и волн, их эксплуатация расширяется. Пока эти источники энергоснабжения незначительны.

Глава 3. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Атмосфера Земли простирается до условной границы в 2 тыс. км, но даже на высоте 10-12 тыс. км обнаружены молекулы земных газов. Грань перехода атмосферы в космическое пространство неуловима. Более 80% массы воздуха и весь водяной пар находятся в приземном слое (тропосфере) до высоты 8-10 км над полюсами и 16-18 км над экватором. Температура в тропосфере уменьшается на 6 °С на каждый километр высоты, достигая минус 60-70° С на высоте 18-20 км.

Следующий слой - стратосфера - находится на высоте 20-50 км от Земли. В нем сосредоточена почти вся остальная часть воздуха. Температура в стратосфере повышается на 1-2° С на каждый километр и на высоте 50-55 км удерживается около 0 °С.

Далее идет слой мезосферы, расположенный на высоте 55-80 км. При удалении от поверхности земли температура в нем понижается на 2-3 °С на каждый километр и на высоте 80 км достигает минус 90 °С.

Термосфера и экзосфера занимают высоты соответственно 80-1000 и 1000-2000 км. Они представляют собой наиболее разреженные части атмосферы. Здесь встречаются лишь отдельные молекулы, атомы и ионы газов, плотность которых в миллион раз меньше, чем у поверхности Земли.

Общая толщина воздушной оболочки достигает почти половины радиуса Земли. Общая масса воздуха ничтожно мала-1/1 000 000 массы Земли.

3.1. Состояние атмосферы

В атмосфере преобладает азот - 78,03 % объема сухого воздуха, содержится кислород - 20,95%, аргон и другие инертные газы - 0,95%, углекислый газ - 0,03% и ничтожные количества других газов. В воздухе всегда находятся пары воды - до 3 - 4%, частицы пыли.

Газовый состав атмосферы имеет биогенное происхождение. Он образовался и поддерживается за счет деятельности живых организмов. Кислород, отсутствующий в первичной атмосфере Земли, стал накапливаться в результате фотосинтеза зеленых растений.

Все основные характеристики атмосферы меняются во времени - в течение суток, сезонов, многих лет и в пространстве - в зависимости от высоты над уровнем моря, широты местности, удаленности от океана. Атмосфера взаимодействует с космосом, солнечным излучением, мировым океаном, земной поверхностью, живыми организмами.

Земная жизнь уязвима для космических лучей и нуждается в постоянной и надежной защите. Воздушная оболочка защищает от губительных воздействий космоса.

Пробить эту оболочку могут лишь крупные метеориты с исходной массой в десятки и сотни тонн. Метеориты помельче - частое явление: ежедневно в небо над Москвой проникает до 200 метеоритов, сгорающих в атмосфере. Атмосфера предохраняет земную поверхность от солнечного нагрева до 100°C и от выстуживания ночью до - 100°C.

На верхнюю границу атмосферы постоянно поступает мощный поток солнечных и других космических излучений широкого диапазона волн и энергий: гамма-излучение, рентгеновские, ультрафиолетовые лучи, видимый свет, инфракрасное излучение. Если бы все они достигли земной поверхности, то мгновенно испепелили бы все живое. Жизнь на Земле существует благодаря атмосфере.

Через нее проникают некоторые радиоволны, а также свет с частью ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Этому способствуют ионосфера и озоновый слой на высоте 20-55 км. Несмотря на его сильную разряженность, большая часть энергии ультрафиолетовых лучей расходуется на разрушение молекул кислорода, а оставшаяся еще опасна для некоторых микроорганизмов, в том числе болезнетворных, и полезна для человека.

В конечном счете, свет и тепло, несущие Земле жизнь, сквозь атмосферу пропускаются; а все губительное ею задерживается. Атмосфера регулирует важнейшие параметры климата - влажность, температуру, давление. Образование облаков возможно лишь при наличии в воздухе ядер конденсации - твердых частиц диаметром сотые доли микрометра - тончайшей пыли.

Вертикальные и горизонтальные перемещения теплых и холодных, сухих и увлажненных масс воздуха, местное распределение температур и осадков (формирование погоды) осуществляются за счет различий атмосферного давления и возникновения ветров.

Циклы кислорода, углерода, азота, воды обязательно включают атмосферную стадию. В воздушном бассейне все эти вещества накапливаются и распределяются по земному шару. Тем самым регулируются скорость и интенсивность круговорота веществ в природе.

Для большинства организмов суши важны физические свойства атмосферы.

Атмосферное давление у поверхности Земли (около $9,8 \times 10^4$ Па) называют нормальным, на человека при этом давит 10-12 т воздуха. Для него ощутимы лишь отклонения от этой нормы: при понижении давления на высоте около 5 тыс. м появляются признаки горной болезни (головокружение, тошнота, слабость); при погружении в воду на глубину 10 м давление оказывает заметное влияние на человеческий организм (боль в барабанных перепонках, затрудненное дыхание). В абсолютном вакууме гибель наступает мгновенно.

Прозрачность - проницаемость атмосферы для солнечных излучений - видимых, ультрафиолетовых, инфракрасных - влияет на живые организмы. Количество и качество света определяют интенсивность фотосинтеза - единственного природного процесса фиксации солнечной энергии на Земле. Повышение уровня ультрафиолетового облучения может привести к ожогам и

другим болезненным явлениям, понижение создает условия для массового размножения болезнетворных организмов. Установлено сложное влияние прозрачности на тепловой баланс Земли. Изменения прозрачности атмосферы зависят от антропогенных влияний.

Атмосфера влияет на существование биосферы. Атмосферный азот участвует в деятельности азотфиксирующих микроорганизмов и водорослей. Промышленная фиксация азота увеличивается.

Кислород составляет четвертую часть всех атомов живого вещества. Без него невозможно дыхание и энергетика многоклеточных животных. Вместе с тем кислород - это продукт жизнедеятельности, выделяемый фотосинтезирующими организмами. Накопление в ходе взаимной эволюции атмосферы и биосферы 1% кислорода создало условия для бурного развития современных форм жизни. Образовался озоновый экран - защита от космических лучей высоких энергий. Сокращение кислорода в атмосфере может привести к замедлению процессов жизнедеятельности.

В атмосфере Земли содержится 0,03% углекислого газа. При увеличении его доли лишь до 0,1 % животные испытывают затруднения в дыхании, при дальнейшем увеличении (свыше 4 %) создается аварийная ситуация. Изменения содержания углекислого газа в атмосфере даже на тысячные доли процента меняют ее проницаемость для отраженных от земной поверхности тепловых лучей.

3.2. Изменение состава атмосферы

Соотношение газов в атмосфере Земли постоянно изменялось. 200 лет назад начало проявляться техногенное воздействие на развитие атмосферы. Запасы воздуха огромны (свыше 5×10^{15} т). Современные объемы изъятия газов, технических выбросов также измеряются большими величинами: ежегодно сжигается около 1×10^{10} т кислорода. Естественные и техногенные процессы в атмосфере становятся сопоставимыми.

Сокращение запасов *кислорода* пока неощутимо, но уменьшается его поступление в атмосферу из-за вырубки лесов, отчуждения земель под строительство, транспортные магистрали. В какой-то мере это компенсируется лесовозобновлением, озеленением городов, рекультивацией горных выработок. Загрязнение Мирового океана нефтью, остатками ДДТ, ртутью, хлоридами и другими веществами может привести к массовой гибели фитопланктона, который поставляет в атмосферу почти половину кислорода. Сейчас развернуты исследования этого опасного явления, ищутся пути предотвращения его губительных последствий. Сохранение зеленых водорослей океана - важная экологическая задача.

Быстро возрастает потребление кислорода на транспорте и в промышленности. Легковой автомобиль за 1 тыс. км пробега сжигает годовую норму кислорода одного человека. На час полета самолету требуется часовая норма кислорода 180 тыс. человек. США потребляют кислорода вдвое больше, чем производят его растения страны.

На сгорание топлива требуется от 10 до 25% производимого зелеными растениями кислорода. Организм человека чувствителен к снижению концентрации кислорода уже на 1-2%.

Промышленность и транспорт выбрасывают в атмосферу более 20 млрд. т углекислого газа ежегодно.

Углекислый газ не токсичен, его увеличение улучшает условия питания растений. Он свободно пропускает коротковолновое солнечное излучение, но задерживает отраженное от Земли длинноволновое тепловое излучение. Этот тепличный эффект влияет на *тепловой баланс* атмосферы, вызывая нагревание ее нижних слоев. Кроме того, атмосфера нагревается за счет сжигания топлива. Масштабы и последствия влияния техногенного тепла на температуру Земли недостаточно изучены. Температура воздуха крупных городов и промышленных центров на 2-4 °C выше средней годовой. Загрязнение и запыление атмосферы экранируют солнечное излучение, увеличивают отражательную способность Земли и уменьшают ее нагревание.

В первой половине XX в. зарегистрировано заметное потепление в среднем на 0,5°C и небольшое похолодание на 0,3°C в последующие 30 лет, прекратившееся в середине 70-х гг. Представления специалистов о дальнейшем развитии климата диаметрально противоположны.

Перегрев атмосферы на 2°C может вызвать таяние ледниковых шапок Антарктиды и Гренландии, сопровождаемое последующими событиями глобального масштаба: поднятие уровня океана и затопление низменностей, активизация тектонических процессов, изменение климата. При переохлаждении возможно другое развитие событий. Но такие изменения климата пока не предвидятся.

Изучение теплового баланса Земли входит в международную программу по мониторингу за изменениями качества окружающей среды на планете.

Естественное изъятие азота азотфиксирующими микроорганизмами и водорослями компенсировалось благодаря деятельности бактерий денитрификаторов при разложении органических веществ. Посев бобовых культур, в симбиозе с которыми живут азотфиксирующие клубеньковые бактерии, практически не влияет на естественное равновесие между процессами связывания и освобождения азота.

Ежегодная промышленная фиксация азота при производстве азотных удобрений достигла 1 млрд. т, что в 10 раз больше поступления молекулярного азота от деятельности денитрификаторов. Такое нарушение естественного баланса может частично компенсироваться денитрификацией в анаэробных условиях тундровых и болотистых почв. Круговорот азота путем выделения его в атмосферу через различных денитрификаторов постоянно исследуется.

Содержание *водяного пара* в атмосфере постоянно изменяется. В стратосфере вода в естественном состоянии не встречается, но ее приносят сверхзвуковые самолеты, выбрасывающие из своих двигателей конденсированную влагу. Она может вызвать сокращение озона, ослабление его защитных функций. Эта

опасность для озона усугубляется фреоном аэрозольных упаковок для красок, репеллентов, парфюмерии, холодильных агрегатов.

Содержание влаги в тропосфере, ее распределение во времени и пространстве обуславливают жестокие засухи, почти ежегодно повторяющиеся в разных районах планеты. Северной Африке (1972-1974, 1982-1984), над европейской частью России (1972), в Западной и Центральной Европе (1976) и разрушительные наводнения. Погодой можно управлять на небольших территориях: при защите виноградников от града с помощью запусков ракет в тучи, при стимулировании осадков в засушливых районах, способом рассеивания в облаках сухого льда или йодистого серебра.

Управление климатом требует научной оценки последствий вмешательства человека в планетарные процессы. Международная конвенция о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду обеспечивает гарантии мирного регулирования климата Земли.

3.3. Загрязнение атмосферы Земли

Интенсивное загрязнение атмосферы началось в связи с развитием промышленности и транспорта, использующих уголь и нефть. В первые два столетия задымление воздуха было локальным. Выделения редких фабричных и паровозных труб рассеивались на большом пространстве. Стремительный рост промышленности и транспорта в XX в. увеличил объем и токсичность выбросов. Они достигли таких концентраций, которые стали угрожать природной среде и человеку. В Гренландии и Антарктиде фоновое содержание серы, свинца оставалось почти неизменным до начала XX в. Затем оно возросло втрое, благодаря загрязнению атмосферы техногенными выбросами.

Техногенное загрязнение атмосферы составляет 1 млрд. т аэрозолей и газовых выбросов (без CO_2) и до 500 млн. т пыли. Эти количества образуют малую часть атмосферы. Основная масса загрязнителей сосредоточена в ее нижних слоях, в основном в промышленных районах. Содержание загрязнителей в городской атмосфере в 15 раз выше, чем в сельской местности, и в 150 раз выше, чем над океаном. Поэтому загрязнение воздуха создает угрозу экосистемам и человеку.

Источники загрязнения атмосферы могут быть естественными (природными) и искусственными (антропогенными), главным образом техногенными. К первым относятся извержения пепла и газов вулканами, лесные и степные пожары, насыщенные солями морские брызги и туманы, пыль с эродированных почв и тонкий песок пустынь, космическая пыль, растительная пыльца, микроорганизмы, выделения животных. Природные источники не вызывают качественных изменений воздуха, лишь при катастрофических случаях они сильно загрязняют атмосферу. Вулкан Кракатау близ острова Ява при извержении в 1883 г. выбросил такие количества пепла и пыли, которые создали своеобразный светозащитный экран вокруг Земли и тем самым

несколько уменьшили интенсивность солнечной радиации у ее поверхности, вызвав небольшое изменение теплового баланса планеты. Длительные пожары и пыльные бури на значительных территориях временно загрязняют атмосферу.

На урбанизированных территориях первенство в ее загрязнении принадлежит транспорту. В США 60% загрязнения воздуха поступает от автомобилей, в Нью-Йорке, Лос-Анджелесе, Токио и многих других городах загрязнение от автотранспорта достигает 90%. Автомобильные выхлопы состоят из оксидов углерода, азота, углеводородов и ядовитого свинца. Почти 200 компонентов выхлопных газов автомобилей угнетающе действуют на организм человека. Оксиды азота активно участвуют в образовании фотохимического смога. Автомобили сжигают кислорода в 3-4 раза больше, чем требуется всему человечеству для дыхания.

При сгорании топлива промышленных предприятий и тепловых электростанций выделяются механические загрязнители - несгоревшие частицы, пыль, зола, сажа. Современные конструкции топок и дымоуловителей только уменьшают их количество. В Нью-Йорке, Токио, Рурском промышленном бассейне выпадает свыше 1 т пыли на 1 км² за сутки, а максимальные загрязнения могут в десятки раз превышать санитарные нормы. Выбросы оседают на городскую территорию, особенно при антициклонах. Задымленность некоторых индустриальных центров уменьшается достаточно сильно (Москва, Питтсбург) или частично (Лондон, Амстердам, Вена), в других остается высокой (Нижний Тагил, Челябинск).

Цементные заводы выбрасывают в атмосферу тончайшую пыль. Высокоэффективные пылеуловители во Франции в 8 раз снизили объем таких выбросов, а ежегодная экономия высококачественного цемента превысила 0,5 млн. т. Аналогичные успехи есть и на цементных заводах России.

Атмосферу загрязняет сернистый газ, выделяющийся при сжигании каменных углей, сланцев, нефти и ее производных, при выплавке меди, производстве серной кислоты и других промышленных процессах. Угли с высоким содержанием серы дают до 1 т сернистого газа на 10 т сгоревшего угля. Он быстро распространяется в воздухе на значительные расстояния. Преобладающие над Европой ветры несут его массы с запада на восток и за одни сутки перемещают их из Германии на территорию Польши и России.

Металлургические заводы выбрасывают в воздух угарный газ, оксиды железа, меди и других металлов. Алюминиевая промышленность загрязняет атмосферу и местность вокруг заводов токсичными фтористыми соединениями.

В атмосфере происходят химические реакции двух направлений. Солнечное облучение способствует образованию высокотоксичных соединений в виде *фотохимического смога*. Кроме того, протекают химические реакции с нейтрализацией токсичных веществ.

В начале 60-х гг. XX в. фон искусственной радиоактивности, вызванной испытаниями ядерного оружия, достиг угрожающего уровня. В результате заключения Московского договора 1963 г. о запрещении испытательных

взрывов ядерных устройств в атмосфере, космосе и под водой он значительно снизился. Однако Чернобыльская катастрофа в 1996 г. вновь его повысила.

Захоронение радиоактивных отходов остается нерешенной проблемой. Размещение соответствующих контейнеров в океане странами Европы и США оказалось бесперспективным, так как морская вода корродирует их раньше, чем происходит распад радиоактивных элементов, и существует опасность заражения ими вследствие конвекции между глубинными и поверхностными водами в океанах. Животные и растительные организмы способны накапливать радиоактивные вещества в концентрациях, в десятки и сотни тысяч раз превышающих их содержание в окружающей среде. Изучаются способы захоронения радиоактивных отходов в толщах горных пород: изолированных шахтах и бетонированных подземных бункерах. Прогнозируемое промышленное использование энергии *ядерного синтеза* экологически выгодно в связи с отсутствием радиоактивных отходов. *Электромагнитные излучения* сказываются на здоровье человека - влияют на мозг, хрусталик глаза, самочувствие.

Шумовое загрязнение воздуха также имеет огромное значение для здоровья. Если слабые шумы до 30 децибел (шелест листвы, тихая музыка) действуют успокаивающе, то грохот в 90-120 децибел (грузовик, реактивный самолет, пневматический молоток, музыка в дискотеке) раздражает нервную систему и может стать опасным для здоровья. Уровень шума в 60 и более децибел вызывает расстройства слуха (у детей при уровне в 45 децибел). Шум в 80 децибел снижает умственную работоспособность, увеличивает колебания артериального давления, резко ухудшает восприятие происходящего. Длительное влияние шума вызывает устойчивые сдвиги в вегетативной нервной системе, расстройство периферического кровообращения, гипертонию. Устойчивый шум свыше 90 децибел повреждает среднее ухо, около 120 децибел - вызывает глухоту.

Гигиеническая регламентация допустимых уровней шума определяет его верхний предел для жилых помещений, классных комнат и учебных аудиторий - 40 децибел, стадионов и вокзалов - 60 децибел и ограничительные нормы внешнего шума для транспортных средств - 80-85 децибел.

3.4. Загрязнение атмосферы России

Динамика выбросов загрязняющих веществ (газов, аэрозолей, пыли) в атмосферу России от стационарных источников имеет тенденцию к уменьшению с 41 млн. т в 1981 г. до 36.1 млн. т в 1989 г.

Главными источниками загрязнения атмосферы являются транспортные, промышленные и бытовые выбросы (табл. 5).

Таблица 5

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по России в 1993 г., млн. т

Отрасль	Всего	твёрд.	NO ₂	CO	SO ₂	Проч.
Энергетическая	26.6	8.2	6.2	0.2	11.2	0,8
Чёрная металлургия	14.6	2.2	0.8	9.8	1,6	0.2
Цветная металлургия	17.1	1.8	0.5	1.8	12.8	0.2
Химическая	2,7	0,1	0,2	0,8	0,4	1,2
Угольная	1,7	0,5	0,1	0,3	0,3	0,5
Нефтяная	12,3	0,2	0,1	2,8	0,8	8,4
Строительные материалы	4.3	2,5	0,4	0,9	0,5	-
Газовая	3.5	0,1	0.3	1,0	0.2	1.9
Прочие	17.2	3.4	1.4	6.0	1.2	5.2
По всем отраслям	100	19.0	10.0	23.6	29.0	18,4

Некоторое оживление промышленности в 90-х гг. и рост парка автомобилей могли незначительно изменить направление тенденции. При определении фоновых значений загрязнения в статистических данных нет сведений обо всех источниках и количествах загрязнений. Только годовой выброс от автотранспорта составляет 20.5 млн. т. Содержание загрязняющих веществ в атмосфере вне городов называется фоновым загрязнением атмосферы.

Фоновое загрязнение Европейской территории России формируется не только за счет собственных выбросов, но и путем трансграничного переноса вредных веществ преобладающими западными воздушными потоками из Западной и Восточной Европы. Доля серы, принесенной оттуда, составляет 38 %. Уровень загрязнения атмосферы в наиболее населенных регионах России почти не отличается от такового в Западной Европе и США. Однако городские жители испытывают сильное воздействие загрязнителей.

В фоновом загрязнении выделяются естественная и антропогенная составляющие. В России двуокись серы, бенз(а)пирен и свинец формируются в атмосфере антропогенным путем на 90%, а кадмий и мышьяк - на 60-70 %. Выбросы углерода (1 т углерода соответствует 3,7 т CO₂) на территории России не оценены полностью ни в антропогенной части (вырубка леса, потери гумуса на пашне, осушение болот), ни в естественной (выброс из холодных ловушек заболоченных территорий).

Таблица 6

**Количество атмосферных загрязнителей на одного городского жителя,
кг/год (1989 г.)**

Регионы	Россия	Европейская часть	Уральский регион	Сибирь, Дальний Восток
Общее количество	324	195	550	560
Твердые вещества	71	39	140	119
Сернистый ангидрит	90	55	140	165
Окислы азота	26	19	46	34
Углеводороды	60	36	60	123
Оксись углерода	77	46	159	119

Наибольшее фоновое загрязнение установлено на Европейской части России, а в Сибири и на Дальнем Востоке оно на порядок меньше (табл. 8).

Загрязнение тундры зимой в окрестностях Воркуты золовыми выбросами составляет 15 т пыли на гектар (табл. 7). Их аккумуляции способствуют устойчивые ветры и отсутствие высоких естественных препятствий в этой части тундры. Городские дымогазовые шлейфы простираются на 50 км. В зимнее время инверсионные процессы в атмосфере приводят к застаиванию загрязненного воздуха над Воркутинским промышленным комплексом.

Загрязняющие вещества поступают в тундру от ТЭЦ, цементного завода и от многочисленных котельных, шахт, жилищно-коммунальных хозяйств. Вблизи города выпадают тяжелые фракции пыли, состоящие из частиц горных пород. Дальше оседают более мелкие частицы сажи и другие легкие, компоненты пыли. На значительные расстояния в тундру уносятся мелкие частицы пыли и аэрозолей.

Таблица 7

**Зоны запыленности снежного покрова окрестностей Воркуты
(по А. Н. Кулиеву, В. А. Лобанову)**

Зоны загрязнения	Кол-во пыли в снегу, т/га	Источники загрязнения
I - фонового	0,06-0,18	Атмосфера, оголенная поверхность тундры
II - малого	от 0,12 до 0,4	Воркутинский промышленный комплекс
III - среднего	от 0,4 до 1,6	Отопительные системы поселков
IV - сильного	от 1,6 до 6,4	Терриконы шахт, железные дороги
V - максимального	>6,4, местами до 23,1	ТЭЦ, цементный завод

Экологическая экспертиза проектов предусматривает комплексную оценку всех возможных экологических и социально-экономических последствий

строительства.

Для ее проведения (оценка загрязнения атмосферного воздуха) при выборе стройплощадки предприятия или реконструкции действующего должны быть представлены следующие материалы:

- краткие сведения по обоснованию выбора района строительства с учетом физико-географических и метеорологических факторов, а также исходных данных, полученных от органов Госкомгидромета, характеризующих существующие уровни загрязнения атмосферы;
- характеристика выбросов загрязняющих веществ предприятием в атмосферу, ситуационный план района его размещения с указанием размера санитарно-защитной зоны;
- намеченные решения по очистке и утилизации загрязняющих веществ;
- упрощенные расчеты загрязнения атмосферного воздуха;
- обоснование данных о возможных аварийных и залповых выбросах;
- нормативы ПДК загрязняющих веществ, которые будут выбрасываться в атмосферу.

Необходимо также учитывать суммарное влияние на атмосферу загрязнений, поступивших из различных источников.

Санитарно-защитные зоны. В организации охраны атмосферного воздуха большое значение имеют планировочные мероприятия, позволяющие при постоянстве валовых выбросов снизить воздействие загрязнения окружающей среды на человека. Особое внимание следует уделять выбору площадки для промышленного предприятия и взаимному расположению производственных зданий в жилых массивах (табл. 8, 9, 10, 11).

Площадки для строительства промышленных предприятий и жилых массивов располагаются с учетом аэроклиматической характеристики и рельефа местности. Промышленный объект должен быть размещен на ровном возвышенном месте, хорошо продуваемом ветрами. Площадка жилой застройки не должна быть выше площадки предприятия, поскольку теряется преимущество высоких труб для рассеивания промышленных выбросов.

Взаимное расположение предприятий и населенных пунктов определяется по средней розе ветров теплого периода года. Промышленные объекты, являющиеся источниками выделения вредных веществ в окружающую среду, располагаются за чертой населенных пунктов и с подветренной стороны от жилых массивов (табл. 8).

Здания и сооружения промышленных предприятий размещаются по ходу производственного процесса. При недостаточном расстоянии между корпусами загрязняющие вещества накапливаются в межкорпусном пространстве, которое оказывается в зоне аэродинамической тени.

Таблица 8

Охранные зоны природных объектов

Объекты	Расстояние от охраняемых объектов, км				
	до зоны промышленных предприятий различных классов санитарной вредности			до транспортных магистралей	до границ застройки
	I	II	III-IV		
Заповедники и национальные парки	10-30	5-10	1-3	1	0,3
Заказники, природные парки и санитарно-курортные зоны	5-10	1-3	0,5-1	0,2	0,2
Зоны массового отдыха населения	5-10	0,5-2	0,2-0,5	0,2	0,2
Охраняемые ландшафты и отдельные природные объекты	3-5	0,5-1	0,2-0,6	0,1	0,1

Примечание: первые цифры показывают минимальное удаление промышленных предприятий от охраняемых объектов (размещение с наветренной стороны, вниз по течению рек), вторые цифры - ширину зоны при неблагоприятном размещении предприятий (вверх по течению рек, с подветренной стороны).

Таблица 9

Экономический ущерб от загрязнения атмосферы на урбанизированной территории

Объекты загрязнения	Ущерб, %
Здоровье населения	67
Сельское хозяйство	12,3
Лесное хозяйство	1,4
Коммунальное хозяйство	13,8
Техническое оборудование	0,3
Сырье, продукция	5,2

Таблица 10

**Концентрация токсичных ингредиентов в продуктах сгорания
природного газа и высокосернистого мазута**

Вещество	Класс опасности	ПДК в воздухе, кг/м ³	Максимальная концентрация в уходящих газах, кг/м ³	Токсичная кратность
Двуокись азота	2	0,085	1200/1000	1400/1200
Бенз(а)пирен	1	0,00/0,001	0,001/0,0001	1000/100
Пятиокись ванадия	1	0,002	30	15000
Сажа	2	0,05	1000	20000
Сернистый ангидрит	3	0,5	6000	12000
Формальдегид	2	0,012	12	1000
Оксид углерода	4	1,00	300	300

Примечание В знаменателе указаны значения для природного газа, в числителе - для мазута

Таблица 11

Гигиеническое нормирование тяжелых металлов в воздухе

Элемент	Вещество	Воздух рабочей зоны, пдк р.з., мг/м ³	Атмосф. воздух, ПДК С-С, МГ/М3
Свинец		0,01	0,003
	Неорганические соединения	0,01	0,0003
	Сульфид	-	0,0017
	Свинцово-оловянные	0,01	
Медь		1,0	-
	Оксид		0,002
	Сульфат	0,5	0,001
	Сульфид		0,001
	Хлорид	0,5	0,001
	Медно-никелевая руда	4,0	-
Кадмий			
	Кадмий и его неорганические	0,1	
	Оксид	0,1	0,001
Олово			
	Хлорид	0,5	0,05
Ртуть		0,01	0,0003
Цинк			
	Оксид	0,5	-
	Сульфат	5,0	-

3.5. Воздействие загрязнения атмосферы на биосферу

В течение жизни человек делает в среднем около 600 млн. вдохов, пропуская через легкие до 600 тыс. м³ воздуха.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе - такое накопление загрязнителя, при котором он не является токсичным: не оказывает на человека ни прямого, ни косвенного вредного воздействия, не влияет на состояние его здоровья, на самочувствие и настроение.

В России установлены самые низкие (жесткие) ПДК для выбросов и сбросов основных загрязнителей атмосферы и водной среды (табл. 12).

Постоянное загрязнение воздуха выше ПДК отрицательно влияет на здоровье человека. Дым, копоть и другие механические частицы проникают в легкие и осаждаются на поверхности альвеол. Возникают или обостряются легочные заболевания: хронический бронхит, эмфизема, астма, рак. Медицинская статистика свидетельствует о повышенной смертности от рака легких в промышленных центрах. В сельских районах юга Италии смертность от рака легких в 5 раз ниже, чем в крупных промышленных городах севера. Легочными заболеваниями, включая раковые, чаще страдают курильщики.

Таблица 12

ПДК атмосферного воздуха и водной среды в ряде стран

ПДК	Страна		
	Россия	Канада	Япония
В атмосферном воздухе (среднегодовая), мг/м ³ - диоксид азота	0,04	0,46	0,83-0,123
В водной среде, мг/л			
- ВПК	3	2	5.8-8.6
- ХПК	30	60	3-9
- нефть и смазочные масла	0.05	15	-
- металлы	0.001-0.1	1	2-10
- остаточный хлор	отс.	7	15
- фенол	0,001	-	5

Курение. Загрязненность табачным дымом в 384 000 раз превышает ПДК. Вдыхать табачный дым в четыре с лишним раза вреднее, чем выхлопной газ автомобиля. В совершенно чистой атмосфере организм курящего человека подвергается такому токсическому воздействию, будто он находится там, где загрязнение составляет 1100 ПДК (по гигиеническим нормам оно не должно

превышать 1 ПДК). Такое загрязнение в условиях промышленных центров не встречается. Для курящих проблемы окружающей среды практически не существует. В табачном дыме около 200 особо ядовитых веществ. Он удаляет из воздуха легкие ионы и другие аэровитамины. Это не позволяет курильщикам и тем, кто их окружает, пользоваться благотворным природным качеством воздуха.

Заболевания дыхательных путей вызывают сернистый газ, сероводород и такой опасный канцероген, как бензпирен, выделяющийся с выхлопными газами автомобилей, особенно при неполном сгорании бензина. Загрязнения воздуха вызывают раздражение глаз, увеличение заболеваний конъюнктивитом, особенно у детей. Оксид углерода угарного газа, содержащийся в выхлопных газах автомобилей, вступая в соединения с гемоглобином эритроцитов крови, ослабляет их способность присоединять кислород и тем самым вызывает кислородное голодание организма. В Токио полицейским уже приходится прибегать к кислородным маскам для защиты от оксидов углерода и азота.

Свинец в выхлопных газах угнетающе действуют на эритроциты крови и нервную систему, вызывая бессонницу и ночные кошмары. ПДК свинца - 0,0007 мг/м³.

Встречаются редкие локальные загрязнения фосфором, мышьяком, ртутью, цинком, марганцем, сероуглеродом, азотной кислотой и другими веществами.

Самые тяжелые последствия вызвал ядовитый туман (смог), окутавший Лондон с 5 до 9 декабря 1952 г. Из-за его полной неподвижности в воздухе резко возросло содержание вредных примесей. Количество сернистого газа в 5-6 раз превысило обычный уровень. Увеличилось количество заболеваний дыхательных путей и возросла смертность (умерло на 4 тыс. человек больше, чем в обычное время). Смоги, повторившиеся в январе 1956 и декабре 1957 г., также сопровождались повышенной смертностью горожан. Были приняты меры по предотвращению высоких уровней загрязнения воздуха. Последующие смоги имели низкие уровни загрязнения и не нанесли такого урона здоровью людей.

Всемирная организация здравоохранения расценивает загрязнение воздуха как серьезную угрозу для здоровья человека.

Влияние загрязнения воздуха на животный и растительный мир

Для растений наиболее ядовиты сернистый газ, фтористый водород, озон, хлор, свинец, ртуть, мышьяк. Сернистый газ вызывает потемнение листьев растений, а затем гибель растительности на расстоянии до 50 км от предприятий, выбрасывающих его в атмосферу.

Урожайность сельскохозяйственных культур снижается на 25 % на расстоянии до 2-3 км от источника вредных выбросов. Хвойные деревья,

люцерна, клевер, хлопчатник, грецкий орех, табак и лишайники чувствительны к сернистому газу; многие луговые злаки, клубника, лук, гладиолус, ель и сосна - к фтору; виноград, цитрусовые и табак - к озону. Другие растения обладают повышенной сопротивляемостью к тем же загрязнителям: груши, сливы, гладиолусы, розы и лилии - к сернистому газу; морковь - к фтору; горох - к оксидам азота.

Загрязненный воздух во время смога приводит к массовому падежу домашнего скота и птицы. Загрязнение молибденом обедняет ткани животных медью, что вызывает потерю аппетита и анемию. Избыток меди в окрестностях металлургических комбинатов оказывается губительным для крупного рогатого скота и овец. К загрязнению воздуха медью, фтором и мышьяком очень чувствительны пчелы, а метаном (в шахтах) - канарейки.

3.6. Экономический ущерб от загрязнения атмосферы

Экономический ущерб от загрязнения воздуха в США составляет около 30 млрд. дол. в год. При этом не учитывались главные последствия загрязнений - подорванное здоровье и повышенная смертность людей. Катастрофические отравления воздуха вызвали тяжелые заболевания и гибель людей в Лондоне, Анкаре, Лос-Анджелесе, Токио, Дюссельдорфе.

Загрязнения воздуха наносят химический, физический и эстетический урон зданиям, сооружениям, металлическим конструкциям, историческим памятникам. Под слоем копоти чернеют белоснежные здания, тускнеют и разрушаются краски. Металлы корродируют в промышленных районах в 4-5 раз быстрее, чем в сельских. Портятся ткани, кожа, резина и другие материалы. Растут расходы на чистку зданий, мытье автомобилей, ремонтные работы. Токсичные химические загрязнители воздуха, будучи уловлены надежными фильтрами, можно использовать в промышленных целях.

3.7. Система охраны атмосферы

Способность атмосферы к самоочищению не безгранична. Механические частицы и газы рассеиваются воздушными потоками, осаждаются или выпадают на землю с дождем и снегом, нейтрализуются, вступая в реакцию с природными соединениями. Объемы и скорости промышленных, бытовых и транспортных выбросов на урбанизированных территориях часто превосходят природные возможности к их утилизации и обезвреживанию.

Предупреждение загрязнения атмосферы техногенными выбросами обеспечивается различными способами.

Заводские трубы увеличивают пространство, на которое распространяются дым и газы. Высокие трубы выбрасывают дым выше уровня застоя воздуха, который служит непосредственной причиной смога. Высокой концентрации загрязнителя нельзя избежать при наличии нескольких крупных предприятий на

одной территории.

Предупреждение вредных выбросов в атмосферу более эффективно при их технологической обработке - рекуперации. На предприятиях устанавливают пылеулавливающее и газоочистное оборудование. В очистных установках используют гравитационные, инерционные и центробежные пылеуловители, конденсирующие и ультразвуковые устройства, механические и электрические фильтры, дожигающие горелки и печи, абсорбирующие аппараты, химические нейтрализаторы.

Часть загрязнителей используется для получения ценных веществ. В цветной металлургии при улавливании сернистого газа налажено производство серной кислоты, составляющее около 30% ее общей выработки в России. Это позволяет компенсировать затраты на устройство и эксплуатацию очистных сооружений.

Улучшение качества топлива снижает уровень загрязнения воздуха. Уголь и нефть подвергаются обработке с целью уменьшения в них серы и золы. В России применяется централизованное теплоснабжение городов и поселков. Крупные ТЭЦ оборудуются высокоэффективными очистными устройствами. Газификация промышленности и быта, электрификация железных дорог обеспечивают чистоту воздуха. Автомобильный транспорт оснащается фильтрами и дожигающими устройствами, заменяются содержащие свинец добавки.

Поддержание чистоты воздуха жилых районов может быть достигнуто рациональным размещением промышленных предприятий, разделением промышленных и жилых массивов, выносом предприятий за городскую черту, созданием зеленых зон между заводами и поселками.

Внедрение малоотходной или безотходной технологии в территориально-промышленных комплексах имеет целью создание замкнутой структуры материальных потоков сырья и отходов. Безотходная технология тождественна биосферным процессам, где все биологические выделения полностью утилизируются различными элементами экосистем. Применяются замкнутые циклы воздуха и воды, при которых полностью исключаются выбросы в атмосферу или водоемы загрязнителей.

Система охраны атмосферы включает службу контроля, поскольку средства и методы очистки при любых масштабах и формах не исключают возможности аварии. Многие тяжелые случаи отравления окружающей среды обусловлены повреждениями очистных сооружений, предприятий, хранилищ, транспортных средств.

Глава 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГИДРОСФЕРЫ

4.1. Дефицит пресной воды

На протяжении многих веков человек в полной мере удовлетворял все свои потребности в пресной воде. В связи с быстрым ростом населения и расширением производственной деятельности потребность в воде в XX в. резко возросла. В настоящее время во многих местах планеты, особенно в развитых промышленных районах, ощущается дефицит пресной воды. Особенно много ее расходуется на промышленные нужды. Для выплавки 1 т чугуна и переработки его в сталь и прокат нужно 300 м^3 воды, 1 т меди – 500 м^3 , для производства 1 т никеля – 4000 м^3 , 1 т синтетического каучука и искусственных тканей - до 2500 м^3 .

Современное развитие техники характеризуется ростом производств, потребляющих большое количество воды. Большие объемы воды используются в горнодобывающей промышленности для обогащения низкокачественных руд, при добыче рассыпного золота и соли. Много воды расходуют атомные электростанции: станция мощностью 1 тыс. мегаватт потребляет более 3 млн. л в минуту. Огромное количество воды расходуется на земледелие. Для производства 1 кг растительной массы растения расходуют на транспирацию от 150-200 до $800\text{-}1000 \text{ м}^3$ воды, В России ежегодно расходуется на транспирацию растений примерно 3500 км^3 воды, что составляет третью часть годового количества осадков. Это значительно больше, чем потребляется на все хозяйственно-питьевое водоснабжение и нужды животноводства.

Недостаток пресной воды испытывают многие страны мира - почти третья часть населения планеты. Чистая вода становится предметом экспорта. Гонконг, население которого составляет 4 млн. человек, получает воду по трубопроводу из Китая. Хронический недостаток воды испытывает Токио, на привозной воде живет Алжир. Вода превращается в самое драгоценное сырье.

Недостаток пресной воды обусловлен интенсивным увеличением в ней потребностей, ее потерями вследствие сокращения водоносности рек, загрязнения рек и водоемов промышленными и бытовыми стоками.

Возрастание расхода пресной воды необходимо компенсировать рациональным использованием водных ресурсов. Кроме того, качество воды, предназначенной для питьевого водоснабжения, контролируется по различным нормативам (перечень, табл. 13,14).

**Перечень химических веществ для контроля содержания
в питьевой воде**

А. СОЛЕВОЙ СОСТАВ

1. Уровень минерализации
2. Жесткость общая
3. Сульфаты
4. Хлориды
5. Щелочность

ДОПОЛНИТЕЛЬНО:

1. Кальций
2. Магний
3. Натрий
4. Калий

Б. МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ

1. Фтор
2. Бор
3. Нитриты
4. Медь
5. Нитраты
6. Стронций
7. Селен

ДОПОЛНИТЕЛЬНО:

1. Алюминий
2. Бериллий

В. ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ

1. Ртуть
2. Свинец
3. Кадмий
4. Мышьяк
5. Железо
6. Хром
7. Ванадий
8. Цинк
9. Уран

ДОПОЛНИТЕЛЬНО:

1. Барий
2. Никель
3. Марганец

Г. ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

1. ПАВ
2. Нефтепродукты
3. Бенз(а)пирен 4. Фенол
5. Сумма хлорорганических соединений
6. Сумма нитросоединений
7. Сумма фосфоорганических соединений
8. Содержание гуминовых веществ 9. ХПК
10. ВПК
11. Окисляемость
12. Растворенный кислород
13. Углеводороды суммарные

ДОПОЛНИТЕЛЬНО:

По перечню ПДК вредных веществ в водоемах применительно к местной ситуации.

Таблица 13

Наиболее значимые в гигиеническом отношении вещества, загрязняющие воду, мг/л

Вещество	ПДК по санитарно-токсикологическому признаку вредности	Класс опасности
Акриламид	0,01	2
Алюминий	0,5	2
Анилин	0,1	2
Адетонциангидин	0,001	2
Барий	0,1	2
Бензол	0,5	2
Бенз(а)пирен	0,000005	1
Бериллий	0,0002	1
Бор	0,5	2
Бром	0,2	2
Висмут	0,1	2
Вольфрам	0,05	2
Гексаметилендиамин	0,01	2
ДДТ	0,1	2
Демитиламин	0,1	2
Демитилдиоксан	0,005	2

Вещество	ПДК по санитарно-токсикологическому признаку вредности	Класс опасности
2.5-Пихлорнитробензол	0,1	2
Дихлорэтан	0,02 (ОБУВ)	2
Дихлорэтилен	0,0006	2
Диэтилртуть	0,0001	1
Кадмий	0,001	2
Кобальт	1,0	2
Литий	0,003	2
Нитраты	10,0	2
Пентахлорбифенил	0,01	1
Пиридин	0,2	2
Ртуть	0,0005	1
Свинец	0,03	2
Стронций	7,0	2
Сурьма	0,05	2
Таллий	0,0001	1
Тетрахлорбензол	0,02	2
Тетрахлорэтилен	0,02 (ОБУВ)	2
Тетраэтилсвинец	отсутствие	1
Трикрезинфосфат	0,005 (ОБУВ)	2
Трихлорбифенил	0,001	1
Фтор	1,5	2
Хлороформ	0,06 (ОБУВ)	2
Четыреххлористый углерод	0,006 (ОБУВ)	2
Этилмеркурхлорид	0,0001	1

Общие требования к составу и свойствам воды объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования

Показатели	Объекты	
	Централизованного и нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения	Культурно-бытового водопользования
Взвешенные вещества	Содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться более чем на 0,25 мг/л 0,75 мг/л Для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/л природных минеральных веществ, допускается увеличение содержания взвешенных веществ в воде в пределах У/о. Взвеси со скоростью выпадения более 0.4 мм/с для проточных водоемов и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются	
Плавающие примеси (вещества)	На поверхности водоема не должны обнаруживаться плавающие пленки, пятна минеральных масел и скопления других примесей	
Запахи привкусы	Вода не должна приобретать запахи и привкусы интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемые непосредственно или при последующем хлорировании. Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу, рыбе	
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
	20 см	10 см
Температура	Летняя температура воды в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3°C по сравнению со среднемесячной температурой воды	
Реакция	Не должна выходить за пределы pH 6,5-8,5	
Минеральный состав	Не должен превышать по сухому остатку 1000 мг/л, в том числе хлоридов 350 мг/л, сульфатов 500 мг/л, нормируется по приведенному выше показанию «привкусы»	
Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/ л в любой период года в пробе, отобранной до 12 ч дня	
Биохимическая потребность в кислороде	Полная потребность воды в кислороде при 20°C не должна превышать	
	3 мг/л	6 мг/л

Показатели	Объекты
Возбудители заболеваний	Вода не должна содержать возбудителей заболеваний. Сточные воды, содержащие такие возбудители, должны подвергаться обеззараживанию после соответствующей очистки. Отсутствие в воде возбудителей достигается путем обеззараживания биологически очищенных бытовых сточных вод до коли - индекса не более 1000 в одном литре при остаточном хлоре не менее 1,5 мг/л
Ядовитые вещества	Не должны содержаться в концентрациях, могущих оказать прямое или косвенное вредное воздействие на организм и здоровье населения

Сокращение водоносности рек связано с вырубкой лесов, распашкой лугов, осушением пойменных болот. Это приводит к усилению поверхностного стока и увеличению стекающей в море воды, к сокращению уровня грунтовых вод, питающих реки и поддерживающих их водоносность. Тревожно, что во многих странах сильно сокращаются запасы подземных вод. В США с 1910 по 1957 г. они уменьшились с 490 до 62 млрд. м³. Использование воды в городах без счетчиков расхода психологически приводит к ее растратжированию.

4.2. Загрязнение источников пресной воды и их охрана

Загрязнение рек, озер, прудов промышленными и бытовыми стоками сокращает запасы пресной воды. Вода многих загрязненных рек и озер становится непригодной для бытового и промышленного использования.

Ежегодно в России регистрируется более тридцати инфекционных вспышек, причина которых - системы водоснабжения. Десять лет назад их было в два-три раза меньше. Сотрудниками Института экологии человека и гигиены окружающей среды им. Сытина в пробах воды, взятой в водопроводных системах многих российских городов, обнаружены возбудители скриптоспаридиоза, лямблиоза и других паразитарных болезней.

В 1996 г. в России был принят нормативный документ, по которому вода должна проверяться не по 28 показателям, как это было прежде, а по 54. В некоторых регионах санэпидемстанциями реально контролируется не более 15 показателей. На юге Англии в год делается сто тысяч анализов по 70 показателям, при этом британские нормативы жестче российских. Пробы, которые не соответствуют нормам, у англичан составляют 0,01%. В России более 40% всех анализов воды свидетельствуют о ее питьевой непригодности. Каждая третья проба превышает гигиенические нормативы по санитарно-химическим показателям, а каждая девятая - по бактериологическим.

В Северном, Северо-Западном, Восточно-Сибирском и Дальневосточном

регионах, а также в Калмыкии и Дагестане системы водоснабжения загрязнены вирусами и бактериями. Последствия этого - острые кишечные инфекции и вирусный гепатит. В водопроводной системе Уфы, Оренбурга, Челябинска, Тюмени, Астраханской области содержатся недопустимые концентрации хлорорганических углеводородов, что создает угрозу сильнейших отравлений. Поволжские водопроводы загрязнены хлоридами и сульфатами, которые вызывают желудочно-кишечные и сердечно-сосудистые заболевания. Кемеровская питьевая вода насыщена азот-хлорсодержащими соединениями, вследствие чего возникают нефриты и гепатиты, а также врожденные аномалии развития у детей. В Липецке преобладают нитриты, подавляющие кроветворную деятельность. В Новгородской области воды централизованного снабжения загрязнены алюминием, который оказывает угнетающее действие на центральную нервную и иммунную системы детей.

Нормативно очищены всего 10% всех промышленных стоков России. Выбросы в атмосферу, а также гербициды и пестициды с полей оказываются смытыми в водоемы и реки.

70% населения страны пользуются поверхностными водами, которые для централизованных систем водоснабжения ГОСТ при выборе водоисточников делит по трем степеням загрязненности. К первому классу относится всего 1% эксплуатируемых источников. Волга, из которой берут воду 39 субъектов Федерации, относится к третьему классу с самой высокой степенью загрязнения, особенно в низовьях.

В системах водоснабжения возникла новая опасность - сине-зеленые водоросли (цианобактерии), о которой ученые всего мира заговорили как об одной из самых страшных. Прогнозируемые последствия и отсутствие способов борьбы с этой напастью дают повод предположить, что она станет «чумой» XXI в.

По утверждению специалистов Института эпидемиологии и микробиологии им. Гамалеи, эти микроорганизмы, которые по одной из гипотез являются прародителями жизни на Земле, под воздействием химического загрязнения усиленно мутируют. Появляются все новые и новые виды, губительно влияющие на человеческий организм. Штаммы этих водорослей особенно опасны тем, что их действие проявляется не сразу. Продукты жизнедеятельности этих микроорганизмов обладают канцерогенными, мутагенными, а также иммунодепрессивными факторами. Предполагается, что их уровень в дальнейшем будет резко увеличиваться. Водоросль не разрушается ни кипячением, ни хлорированием, ни сорбционными, ни прочими способами дезинфекции.

В 1999 г. Россия подписала протокол, имеющий статус конвенции, взяв на себя обязательства по обеспечению качества воды и водоснабжения на уровне международных стандартов и требований.

Недавно вышло Распоряжение президента России о необходимости принятия срочных мер для решения проблемы йододефицита. Йод обеспечивает нормальное функционирование щитовидной железы. А именно ей медики приписывают основную роль в эволюционном развитии человека. Они

утверждают, что йодонедостаточность опасна отклонениями в умственном развитии, недоразвитостью, карликовостью и глухонемой.

Российские ученые впервые в мире разработали норматив содержания йода в питьевой воде как для человека, так и для обеззараживания воды, так как йод гораздо эффективнее и безопаснее хлора. Но пока хлор - единственный наиболее надежный способ ее дезинфекции. В результате озонирования воды образуются не менее вредные соединения. Хлор лучше дезинфицирует и более устойчив, чем озон, который мгновенно распадается. В условиях протяженных российских сетей озон просто бесполезен.

Масштабы загрязнения внутренних водоемов имеют угрожающие размеры. В большинстве стран Европы, Азии и Америки фиксируется сильное загрязнение всех крупных рек. Нередки случаи аварийного загрязнения. Так, в 2000 г. в р. Дунай попало большое количество ядовитого сернистого вещества в результате размыва борта хранилища на его берегу.

Основными источниками загрязнения гидросферы на земной поверхности являются сточные воды промышленных и коммунальных предприятий; воды шахт, рудников, нефтепромыслов и твердые отходы производства; отходы древесины при заготовке, обработке и сплаве лесных материалов; сбросы водного и железнодорожного транспорта; первичная обработка сельскохозяйственных технических культур. К основным загрязнителям относятся нефть и нефтепродукты, фенолы, пестициды, сложные химические соединения, моющие синтетические вещества, цветные металлы.

Моющие синтетические вещества придают воде неприятный привкус и запах, а также ведут к образованию пены. В сильно загрязненных водоемах слой пены достигает 1 м и более. При концентрации этих веществ в воде 1 мг/л наблюдается гибель мелкого планктона, 3 мг/л - гибель дафний и 5 мг/л - замор рыбы. Моющие синтетические вещества затрудняют работу очистных сооружений, действуя угнетающе на биохимические процессы.

Пестициды в водоемах долго не поддаются биологическому распаду, накапливаются в планктоне, рыбе, а затем по биологической цепочке переходят в организм человека. Постоянным источником загрязнения в России являются сточные воды животноводческих комплексов и других сельскохозяйственных объектов.

В водохранилищах развиваются водоросли, гниение которых придает воде неприятный вкус и запах. Их биологические активные вещества вызывают заболевания некоторых видов рыб.

В водные источники попадают продукты эрозии, хлориды, применяемые против обледенения дорог, соли, вымываемые из речных русел или выщелачиваемые из почв при орошении, ливневые воды с загрязненных территорий.

Тепловое загрязнение вызывают сбрасываемые в водоемы нагретые воды. Происходит гибель одних организмов и создаются благоприятные условия для жизни других.

Бытовые стоки загрязняют природные воды и являются причиной инфекционных заболеваний: паратифов, дизентерии, инфекционного вирусного

гепатита, туляремии. При содержании в питьевой воде свыше 1 мг/л фтора разрушается зубная эмаль.

Загрязненные поверхностные и подземные воды нарушают технологические процессы, вызывают коррозию бетонных и железобетонных конструкций и аккумуляцию на них минеральных отложений. При орошении сельскохозяйственных угодий происходит засоление и повышение кислотности почвы, выщелачивание солей, покрытие полей грубодисперсными и коллоидными веществами.

От загрязнения водоемов зависит эффективность рыбного хозяйства. Вредное влияние нефтепродуктов на рыб сказывается при концентрации 16,1 мг/л, на личинок рыб - 1,2, на бентос - 1,4 и на планктон - 0,1 мг/л. При концентрации нефтепродуктов в воде 0,05 мг/л у рыбы появляется неприятный запах.

Сброс сточных вод приводит к гибели кормовых организмов для рыб, уничтожает их нерестилища.

В воде происходят процессы непрерывного самовозобновления под влиянием солнечной радиации и самоочищения. В загрязненной воде при естественном бактериальном самоочищении через 24 ч остается не более 50% бактерий, через 96 ч - 0,5%. Однако при сильном загрязнении самоочищение воды не возможно. Применяются различные методы и средства для очистки сточных вод и сокращения их объемов.

В различных отраслях промышленности из сточных вод извлекаются ценные компоненты, осуществляется оборотная система водоснабжения. Бессточные системы водоснабжения имеются на ряде химических, нефтехимических, металлургических, целлюлозно-бумажных предприятий.

На большинстве предприятий и в городских коммуникациях загрязненные сточные воды очищаются с применением механических, химических и биологических методов.

Механическое удаление из сточных вод нерастворенных примесей происходит на специальных сооружениях с помощью решеток и сит, жироловок, маслотовушек, нефтеловушек и самоулавливателей. В отстойниках осаждаются тяжелые частицы, а легкие всплывают на поверхность. Из бытовых сточных вод улавливается до 60 % нерастворенных примесей, из производственных - до 95%.

Химическая очистка основана на добавлении в сточные воды реагентов, которые способствуют выпадению нерастворенных коллоидных и частично растворенных веществ, а также переводу нерастворенных веществ в безвредные растворенные. Количество нерастворенных загрязнений уменьшается до 95%, растворенных - до 25%.

Биологическая очистка заключается в минерализации органических загрязнений сточных вод при помощи аэробных биохимических процессов. В естественных условиях она осуществляется на полях фильтрации, на которых прокладываются магистральные и распределительные каналы. Слой почвы в 80 см обеспечивает достаточно надежную очистку, но может произойти загрязнение грунтовых вод.

Для биологической очистки используют биологические пруды, в которых происходят те же процессы, что и при самоочищении водоемов. Четыре-пять

прудов располагают ступенями: вода из верхнего пруда самотеком направляется в нижерасположенный. Биологическая очистка в искусственных условиях производится на биофильтрах, или аэротенках, путем фильтрации сточных вод через крупнозернистые материалы, поверхность которых покрыта биологической пленкой, заселенной аэробными микроорганизмами. Биохимическое окисление проявляется интенсивнее, чем в естественных условиях.

Существуют утвержденные правительством нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде, которые позволяют оценить ее пригодность для водоснабжения населенных пунктов. Имеются стандарты качества воды и водоисточников, предназначенные для использования в других целях.

4.3. Загрязнение Мирового океана и его охрана

Мировой океан в широких масштабах загрязняют промышленные и бытовые сточные воды, нефть и радиоактивные вещества. Загрязнения нефтью и радиоактивными веществами охватывают огромные пространства.

В прибрежных зонах находится 60% всех крупных городов с населением свыше миллиона человек в каждом. Огромные количества загрязняющих веществ поступают в океан с речными водами. Море оказалось не в состоянии перерабатывать всю массу отходов. В прибрежных водах городов образовались обширные зоны загрязнения. Под их влиянием беднеет фауна, падает рыбный промысел, разрушаются природные ландшафты, деградируют рекреационные зоны, особенно в бухтах и заливах.

Сточные воды прибрежных городов часто сбрасывают по трубопроводам на несколько километров от берега и на большой глубине. Часть сбрасываемых в море загрязнений прибывает к берегу.

Нефть - наиболее широко распространенный загрязнитель как внутренних водоемов, так и Мирового океана. Помимо других последствий, загрязнение нефтью наносит колоссальный вред многим водным обитателям. Покрывая воду тонкой пленкой, нефть препятствует проникновению в воду кислорода, что приводит к массовой гибели организмов.

По данным Международной морской организации, 27 тыс. танкеров водоизмещением более 10 тыс. т каждый ежегодно выбрасывают в Мировой океан от 750 до 1500 тыс. т углеводородов. В среднем танкер водоизмещением в 250 тыс. т должен иметь 100 тыс. т балласта для возвращения в порт отправления. Балласт нередко выливается в море вместе с оставшейся в нем нефтью. Много нефти попадает в океан из-за аварий при добыче в Северном море, Мексиканском заливе. Ежегодное загрязнение нефтью составляет 4-6 млн. т.

Загрязнение океанов и морей приводит к тому, что в вылавливаемой морской рыбе обнаруживают ртуть, медь, кобальт, фосфор, радиоактивные элементы. Известный исследователь моря Ив Кусто писал, что за 1950 -1970 гг. жизнь под

водой сократилась на 40 %. Рыбные запасы Средиземного моря снизились на 80 %. Его загрязнение отрицательно сказывается на морских курортах Лазурного берега Франции, побережья Италии. Все более загрязняется Северное море, в него попадают ядовитые соединения, тяжелые металлы, ртуть, свинец из впадающих в него рек, с промышленных предприятий и электростанций побережья Англии, ФРГ, Бельгии, Нидерландов, Норвегии, из крупных портов с грузовых судов противозаконно сбрасывающих нефтяные и химические остатки из своих трюмов, с морских нефтяных платформ. Во время второй мировой войны в Северном море были затоплены суда с отравляющими и взрывчатыми веществами, находящимися в ржавеющих контейнерах, потенциальная угроза их разрушения возрастает. Значительно загрязнены Балтийское и Каспийское моря.

Мировой океан - важный фактор существования биосферы. Моря и океаны - достояние всего человечества, и их дальнейшая судьба во многом зависит от успешного международного сотрудничества. Пока имеются немалые трудности в сфере принятия и соблюдения международных соглашений о защите Мирового океана и рек, протекающих по территории нескольких стран. Это еще раз подтвердила катастрофа на Дунае в 2000 г. со сбросом цианидов в сточных водах.

Общее загрязнение Мирового океана нефтью постоянно возрастает из-за спуска воды после промывки цистерн из-под нефти, аварии танкерных и других судов, бурения скважин и аварий на морских нефтепромыслах, поступления нефтезагрязнений с континентальной части.

В Мировой океан сбрасывается 5-10 млн. т нефти в год. В Калифорнии во время бурения морской скважины в 1969 г. аварийные выбросы в море составили до 100 тыс. л нефти в сутки, загрязнили тысячи квадратных километров акватории океана. Такие аварии случаются во многих морских нефтедобывающих районах Мирового океана.

От нефти ежегодно погибают миллионы водоплавающих птиц, водные животные, ракообразные, рыба. В антарктических водах от нефтяного загрязнения погибают тюлени и пингвины.

Участки нефтяных загрязнений благодаря океаническим и морским течениям делают непригодными пляжи, опустынивают побережья многих стран. Нефтяные загрязнения осложняют работу прибрежных курортов.

Для борьбы с загрязнением Мирового океана Межправительственная морская консультативная организация по вопросам морского судоходства (ММКО) разработала Международную конвенцию по предотвращению загрязнения моря нефтью. Конвенцию подписали все основные морские державы, включая Россию. Согласно конвенции все морские районы в пределах 50 миль от берега являются запретными зонами, где не допускается слив нефти в море.

Требуют своего научно-технического и организационного решения задачи обезвреживания береговых сточных вод и дальнейшего оборудования судов устройствами и системами сбора отходов (нефтеостатков, мусора) и сдаче их на плавучие и береговые сооружения для очистки, утилизации и уничтожения.

Массовое загрязнение Мирового океана радиоактивными веществами в

результате ядерных испытаний в атмосфере было резко снижено благодаря решениям ряда стран, в результате введения в действие Московского договора о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере. Взрыв водородной бомбы США в 1954 г. в Тихом океане привел к радиоактивному заражению 2,5 млн. км².

В организмах растений и животных происходит биологическая концентрация радиоактивных веществ, которые передаются через цепи питания. Радиоактивность планктонных организмов может в 1000 раз превышать радиоактивность воды, в 50 тыс. раз - рыб.

Источниками радиоактивного загрязнения океана являются заводы по очистке урановой руды и переработке ядерного горючего, атомные электростанции, реакторы.

Глава 5. ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ЖИВОТНЫХ

5.1. Охрана лесов

Охрана лесов предполагает их рациональное использование и воспроизводство.

Лесное хозяйство ведет научно обоснованный расчет и распределение лесосечного фонда, защищает леса от пожаров, вредителей и других неблагоприятных природных факторов.

Воспроизводство лесов подразумевает лесовозобновление и повышение продуктивности лесных насаждений.

Лесные рубки чередуются так, что на каждом отдельно взятом участке они повторно производятся только через 80-100 лет, когда лес достигнет полной спелости.

В лесах России ежегодно можно вырубать до 1500 млн. м³ древесины без ущерба для лесного фонда. Расчетная лесосека осваивается не полностью, что отрицательно сказывается на состоянии лесов.

Неравномерность их размещения на территории страны приводит к недорубам в многолесных районах и перерубам, превышающим расчетную лесосеку, в малолесных районах густонаселенных центральных, западных и южных областей европейской части России.

Нормы лесистости для разных ландшафтных зон России определяют хозяйственное значение лесов. 5-6% лесистости обеспечивают защиту полей от суховеев и эрозии, 8-10% - позволяют получать деловую древесину, 10-15% - деловую и строительную, 10-25% - создают условия для развития местной деревообрабатывающей промышленности. Если норма лесистости превышает 25%, то возможен вывоз лесоматериалов.

Для каждого района должны быть установлены научно обоснованные нормы вырубки с учетом разнообразного значения лесов и возможности их промышленного освоения. При этом не должны допускаться рубки неспелого леса, уменьшающие выход древесины, а также перестоя леса. Перестойные леса - источник заражения различными вредителями и болезнями, снижающий качество древесины.

При рубке, вывозке и первичной обработке древесины образуется огромная масса отходов. Хвойная лапка идет на приготовление хвойной муки, которая служит хорошим витаминным протеиновым концентратом для животных. Отходы древесины используются для получения ценных материалов и продуктов. Из зеленых отходов получают ценные эфирные масла.

Мероприятия по лесовозобновлению вместе с научно обоснованными расчетом и размещением лесосечного фонда составляют основу охраны лесов.

Из ежегодно вырубаемых в России лесов 1/3 восстанавливается естественным путем, остальная часть требует специальных мероприятий.

Слабое лесовозобновление является следствием уничтожения самосева и подроста, а также разрушения почвы при существующих способах рубки леса и транспортировке с лесосек древесины.

Вред приносят условно-сплошные рубки, когда рубают только наиболее ценные породы и лучшие деревья, а все лиственные породы, больные и низкокачественные хвойные деревья оставляют на корню. Недоиспользуется лесосечный фонд, оставленные деревья в дальнейшем падают, захламляют лесосеку, затрудняют лесовосстановление, становятся очагами размножения вредителей, повышают опасность пожаров. На лесосеке возобновляются малоценные породы и происходит невыгодная в экономическом отношении смена пород.

Отрицательно воздействуют на лес и лесовозобновление способы трелевки древесины с лесосеки, когда тракторами или тяжелыми машинами срубленные деревья волокут по земле. Образуются глубокие колеи и борозды. На ровной местности и при суглинистой почве происходит заболачивание, а на холмистой - прогрессирующая эрозия почвы. На мелкокаменистых и скальных склонах трелевка вызывает осыпи и разрушение. Машины и волокущиеся деревья выдергивают, выламывают и губят самосев и подрост, ослабляя возможность естественного лесовозобновления.

Более полному и быстрому естественному лесовозобновлению способствуют безвредные способы вывозки древесины, перенос огневой очистки лесосек на зиму, сохранение на лесосеках тонкомерных деревьев, защищающих подрост от неблагоприятных воздействий прямого солнечного света и других факторов, производство рубки узкими лентами (шириной 50-100 м) с оставлением между ними полосы нетронутого леса, а также деревьев-семенников, устройство за 2-3 года до начала рубки борозд, в которых семена лучше прорастают.

На невозобновляющихся рубках рыхлят почву, подсевают семена или подсаживают молодые деревья, выращенные в питомниках, пропалывают и рубят конкурирующие растения, охраняют молодые посадки от скота. Восстанавливают лес путем посадок на гарях, полянах и других оголенных местах.

Продуктивность лесов зависит от эффективности лесовозобновления и ухода, замены древесных насаждений более продуктивными породами, осушенная болот. Основная форма ухода за лесом - рубки ухода.

Рубки ухода - это метод массовой селекции деревьев по форме и составу пород, качеству древесины, скорости роста. Они усиливают водоохранные, водорегулирующие, почвозащитные свойства леса.

Малоценные мягколиственные леса заменяются более ценными хвойными. Продуктивность лесов повышается при замене малопродуктивных древесных пород (осина, ольха, ива, граб) высокопродуктивными (дуб, ясень, клен). Подмосковный смешанный лес имеет запас 150 - 300 м³ на 1 га, а посадка лиственницы в этих лесах в спелом возрасте дает 700 -1000 м³ древесины на 1 га.

Продуктивность лесов и качество древесины повышаются при осушении болот. В заболоченных лесах запасы древесины на 1 га составляют 60-100 м³.

Лесные пожары наносят огромный ущерб лесным ресурсам. Чаще всего горят хвойные леса, имеющие наибольшую ценность. По данным мировой статистики, по вине людей происходит 97% всех лесных пожаров.

Противопожарная система мер подразделяется на предупредительную, дозорно-сторожевую службу и борьбу с огнем.

Велик вред, наносимый лесу вредителями и болезнями. Болезни вызывают порчу 45% общего объема пиломатериалов. Под воздействием вредителей сотни тысяч гектаров леса становятся непригодными для хозяйственного использования, так сибирский шелкопряд в 1896-1909 гг. уничтожил в иркутской тайге 268 тыс. га хвойных лесов.

Велик ущерб от грибных заболеваний. Ежегодно от корневой губки гибнет около тысячи гектаров сосны, не достигшей технической спелости. Осина заражена белой центральной гнилью.

Применяются безопасные для человека и животного мира методы защиты сельскохозяйственных культур и леса от вредителей и болезней (лесохозяйственные мероприятия, механический, химический и биологический методы).

В последние годы приобретает все большую остроту проблема защиты лесов и всей дикой растительности от разных химических веществ, попадающих в сферу жизни растений в результате деятельности человека. Вокруг отдельных заводов гибнут леса от выбросов сернистого газа, соляной кислоты и оксида азота на площади в сотни километров.

Проводится работа по охране лесов и иной растительности от химических и радиоактивных веществ, попадающих в сферу жизни растений в результате техногенных загрязнений.

Миллионы людей в летнее время посещают пригородные леса. Их действия нередко наносят огромный ущерб: возникают пожары, уничтожается подрост и здоровые деревья, лес засоряется отходами.

Охране подлежат и другие растительные комплексы: городские зеленые насаждения, луга и пастбища.

Из огромного количества видов растений человек использует в практических целях лишь незначительную часть. Так, из 300 тыс. видов мировой флоры высших растений регулярно используют только 2500, а спорадически - до 20

тыс. В России насчитывают примерно 17,5 тыс. видов дикорастущих высших растений, из них в хозяйственных целях широко употребляют только около 250. Из мирового фонда высших растений в лекарственных целях используют около 1500 (Зозулин, 1973). В будущем число видов, используемых человеком в различных целях, несомненно, будет непрерывно возрастать.

Среди хозяйственно ценных видов важное место занимают *лекарственные растения*.

Охрана и рациональное использование хозяйственно ценных растений состоят в их правильно организованном сборе, при котором естественные запасы растений не должны истощаться. В местах произрастания этих ценных растений должна быть ограничена хозяйственная деятельность.

Редкие и исчезающие виды растений охраняются несколькими путями: с помощью законов, сохранением редких видов в заповедниках и заказниках, созданием коллекционных участков и резерватов в сети ботанических садов и других научных учреждений.

Подземная информационная система леса

Со времен Дарвина считалось, что лес - арена ожесточенной борьбы не на жизнь, а на смерть. Оказалось, ничего подобного. Обитатели леса не борются между собой. Наоборот, кооперируются.

Это выяснили британские канадские исследователи в 90-х гг. Их главный вывод - лес живет сложной жизнью. Имеет собственную сеть коммуникаций, с помощью которой между растениями происходит обмен информацией. Коммуникационная сеть расположена под землей, объединяет все деревья и кустарники.

Целью исследователей было выявить место, где она находится. То, что растения обмениваются информацией, предупреждают друг друга о грозящей опасности от человека или насекомых-вредителей, было известно давно. Эксперименты в лабораториях давали тому однозначное толкование. Оказалось, носитель информации - грибок микориза, который растет на волокнах корней. Вся информационная сеть находится под землей.

Над выяснением роли грибка микоризы, живущего на всех корнях, долгое время работал российский академик Георгий Муромцев. Именно способность микоризы «сожительствовать» со всеми без исключения растениями и наталкивала ученого на мысль об особой роли грибка.

Лес - очень сложное образование. Для того чтобы рядом друг с другом благополучно существовали растения разных пород, требуются определенные взаимоотношения. Межвидовая борьба, по Дарвину, - «борьба за выживание» вполне вероятно привела бы к всеобщей гибели. А раз этого не случается, значит, жизнью леса руководят другие законы. Это и открыли британские и канадские исследователи - **законы всеобщей поддержки**. Деревья и кустарники в лесу помогают друг другу. Потому что выжить на ограниченной площади

можно только сообща.

Ученым удалось установить, что с помощью микоризы осуществляется даже перенос питательных веществ от растения к растению. Причем не безадресно, а строго по потребности: лиственные деревья, у которых интенсивней идет процесс фотосинтеза, отдают «излишки» хвойным собратьям, у которых фотосинтез идет медленно. А этому предшествует обмен информацией: хвойные деревья сообщают, что им не хватает питания, и лиственные тут же приходят на помощь.

Более того, в содружестве флоры особое внимание уделяется подрастающим деревьям. Для успешного роста молодых растений взрослые уступают им некоторые источники существования через подземную коммуникационную сеть.

Микоризы тщательно поддерживают равновесие в изолированной экосистеме, которой является лес. Постоянно собирая информацию, перерабатывая ее, они принимают решения и обеспечивают оптимальное распределение питательных веществ между всеми деревьями и кустарниками, что особенно важно при оскудении почвы.

В лесном объединении есть «антиобщественные» элементы. Это низкорослые растения, которые не в состоянии обеспечивать себя за счет собственного синтеза и вынуждены паразитировать на больших деревьях. Микоризы обеспечивают подпитку тех деревьев, на которых они паразитируют. Предстоит огромная исследовательская работа по установлению характера информационной сети, расшифровке сигналов, передающих информацию, изучению механизма взаимодействия. Учение Дарвина в очередной раз оказалось несостоятельным: время и новые методы исследований внесли коренные поправки.

5.2. Охрана животных

Животные играют важную роль в биологической миграции химических элементов в природе как потребители органического вещества, создаваемого растениями из неорганического за счет солнечной энергии.

Морские организмы с твердым скелетом формируют осадочные породы (мел, известняк), залежи которых занимают огромные территории. В теплых морях распространены многочисленные коралловые острова.

Велика роль животных в образовании почвы и коры выветривания. Животные разрыхляют почву, способствуют аэрации и проникновению в нее влаги, обогащают органическими веществами, повышают ее плодородие.

Животные участвуют в формировании химического состава грунтовых вод.

В природе нет вредных или полезных животных. Значение каждого из них в природе разнообразно и меняется в зависимости от местообитания, времени года, численности и техногенной деятельности человека.

В организации охраны животных важно то, что каждый вид имеет или может иметь положительное значение для природы и человека, поэтому его полное уничтожение совершенно недопустимо. Регулировать можно только их численность.

Человек воздействует на животных преследованием и истреблением или расселением, а также изменением условий жизни.

Животные гибнут от химических веществ, применяемых для борьбы с вредителями сельского хозяйства и сорняками.

Вырубка лесов, распашка степей, осушение болот, сооружение плотин и строительство городов, дорог, горнодобывающая деятельность, загрязнение атмосферы, воды и почвы изменяют условия жизни животных.

Они, не всегда могут приспособиться к измененным условиям и переселяются в новые места или погибают. Неблагоприятные изменения условий жизни на большей части ареала вида приводят к резкому снижению его численности, а то и к полному вымиранию.

Вымирание видов животных может происходить естественным путем в ходе эволюции в течение геологического времени. Под влиянием антропогенного фактора происходит очень быстро - в течение столетий или десятилетий.

Широкое распространение приобрело частичное вымирание: исчезновение видов в отдельных странах и регионах.

Большая часть исчезнувших на Земле видов птиц относится к обитателям островов.

Животные материков легче переносят изменения условий жизни, их вымирание чаще происходит под влиянием прямого истребления человеком.

Обогащение охотничье-промысловой фауны и сохранение редких видов осуществляются за счет акклиматизации и реакклиматизации. Чтобы уберечь от окончательного исчезновения, производили выпуск пятнистого оленя за пределы ограниченного естественного ареала в европейскую часть России, выхухоли - в Сибирь. На территории России было интродуцировано 50 видов охотничье-промысловых животных. Многие обычные отечественные и зарубежные виды переселены в разные части страны. Ондатра, завезенная из Северной Америки, широко расселилась в России и поставляет ценную пушнину, как и южно-американская нутрия. Реакклиматизация позволила восстановить запасы соболя, бобра, зубра.

Интродукция иногда приводит к отрицательным последствиям. В 1859 г. в Австралию было завезено 24 кролика, от которых через несколько десятков лет появились многие миллионы особей. Борьба с ними требует огромных средств. Переселению каждого вида животных должно предшествовать глубокое изучение его возможных последствий для местной фауны и хозяйства человека.

При интродукции контролируется зараженность паразитами и возбудителями заболеваний, которые могут нанести ущерб местным видам животных.

В государственных заповедниках за счет роста в них поголовья охотничьих животных пополняются их запасы на прилегающих охотничьих территориях. В спортивных охотхозяйствах организуется рациональное использование запасов промысловых зверей и птиц, их охрана и воспроизводство.

Интенсивное охотничье хозяйство предусматривает организацию эффективных методов охраны и воспроизводства животных.

Состояние рыбных ресурсов постоянно ухудшается. Рыбным промыслом и переработкой рыбы занимается более 7 млн. человек. В белковом питании человека в разных странах рыба составляет от 10 до 90 %.

Увеличение мирового улова рыбы происходит быстрее роста населения Земли. Организация рациональных объемов уловов является предметом заботы ООН.

Глава 6. ОХРАНА НЕДР

6.1. Объекты охраны недр

Недра - это верхняя часть литосферы за исключением почвенного покрова. Это не только источник минеральных ресурсов, но и сфера удовлетворения многих интересов общества. Масштабы и степень диверсификации недр постоянно увеличиваются. Возрастает уровень воздействия на земную поверхность при их освоении. Перемещения горных пород из недр на земную поверхность и размещение на ней оставшейся пустой породы приводят к сокращению сельскохозяйственных и лесных земель. Изменяется водный режим, загрязняются атмосфера, поверхностные и подземные воды. Охрана недр - это научно обоснованное, рациональное использование земной коры и содержащихся в ней полезных ископаемых. Главное направление в охране природы и недр в горнодобывающей промышленности - добыча и переработка всех полезных компонентов и максимальная утилизация отходов.

Охране подлежат участки недр, имеющие культурную или научную ценность, - памятники природы (Кунгурская и другие карстовые пещеры, остатки ископаемой флоры и фауны, гейзеры, геологические обнажения). Месторождения полезных ископаемых, минеральные источники и лечебные грязи оберегаются от застройки, разрушения и порчи. Охраняются участки недр, используемые при прокладке подземных инженерных сооружений, для создания хранилищ и полигонов захоронения вредных отходов производства, при проведении подземных исследований и испытаний.

Охрана минеральных ресурсов не ограничивается охраной полезных ископаемых. Промышленное освоение недр - это отрасль промышленности, всесторонне воздействующая на природные комплексы. В сферу ведения организаций, ведущих разведку и разработку полезных ископаемых, строительство сооружений входит предупреждение или ликвидация ущерба, нанесенного разработкой или строительством всему природно-территориальному комплексу. Техногенное воздействие на природные комплексы начинается уже при разведке минеральных ресурсов. Ежегодно пробуривают сотни тысяч мелких и глубоких разведочных скважин общей протяженностью многие десятки миллионов метров. На каменноугольных месторождениях на 1 км² разведываемой площади закладывают до 20 скважин. Через скважины выходят на поверхность подземные воды, истощаются подземные горизонты пресных и лечебных минеральных вод, почва заболачивается и становится негодной для пользования. Скважины изменяют гидрогеологическую обстановку. Вследствие некачественной герметизации труб смешиваются соленые и пресные воды. Происходят просадки над выработанными пластами полезных ископаемых. Поверхность Мексиканской впадины, где расположен город Мехико, за 80 лет опустилась на 6-7 м. В образующиеся провалы над месторождениями поступают поверхностные воды.

Интенсивная откачка подземных вод для осушения месторождений полезных ископаемых приводит к падению их уровня в радиусе влияния горных

выработок.

Остающуюся после извлечения полезных компонентов пустую породу перемещают в терриконы, отвалы.

Перегоревшую породу терриконов в последнее время используют как строительный материал для оснований строительных площадок и дорог. Часть шлаковых терриконов используется на металлургических заводах. Другие отвалы благодаря рекультивации превращаются в сады и возвращаются в сельскохозяйственный оборот.

Уменьшить ущерб, наносимый природно-территориальным комплексам при разработках минеральных ресурсов, восстановить ландшафт по окончании работ - одна из основных задач горнодобывающей промышленности в сфере охраны окружающей среды.

6.2. Утилизация отходов из техногенных залежей

Сложные экологические проблемы в России могут быть решены на основе новых подходов к практическому воплощению программ по охране природы. Полное прекращение централизованных инвестиций, обеспечивающих проведение природоохранных мероприятий, может быть компенсировано предпринимательской деятельностью. Ока способна ускорить и изменить региональную экополитику. Принятие решения о вкладывании инвесторами средств в экологию связано как с коммерческой выгодой, так и с общими интересами.

Инвестиции предусматриваются для конкретных эколого-географических условий, поэтому важно не только ликвидировать ущерб от воздействия источников загрязнения на окружающую среду, но создавать и применять производства и технологии, обеспечивающие восстановление экосистем, разработку техногенных залежей и создание лучших условий для жизнедеятельности человека.

Компании (предприятия), занимающиеся проблемами экологии, должны иметь определенные льготы. Основная из них - льготная система налогообложения. Это позволит привлечь в природоохранную деятельность отечественных и иностранных инвесторов.

Возможности получения прибыли от предпринимательской деятельности в России при столь больших объемах отходов в промышленности имеют реальную основу.

В техногенных залежах (отвалах) предприятий цветной металлургии России содержится (млрд. т): крупнотоннажных твердых отходов производства - 10,6, в том числе вскрышных и вмещающих пород - 8,8, отвальных хвостов обогащения - около 1,3, отвальных металлургических шлаков - 0,37 и шламов глиноземного производства - 0,15. Ежегодно образуется свыше 368 млн. т твердых отходов, в том числе (млн. т): вскрышных и вмещающих пород — 294,2, отвальных хвостов обогащения — 49,1, отвальных металлургических шлаков — 14,7, шламов глиноземного производства — 10,9.

Использование отходов отстает от их образования. В 1991 г. в России было использовано 82,4 млн. т крупнотоннажных твердых отходов цветной металлургии, что составило 22,4 % годового объема образования, в том числе (млн. т): вскрышных и вмещающих пород - 70,8 (24,1%), хвостов обогащения - 1,4 (2,9%), шлаков - 6 (40,8%), шламов глиноземного производства - 4,2 (39%).

Из отвалов можно извлекать золото, серебро, галлий, пятиокись ванадия, кадмий, германий, селен, теллур, висмут. Сроки окупаемости капитальных вложений на их переработку и извлечение составляют менее одного года. Металл и строительные материалы обойдутся коммерсантам в 3-3,5 раза дешевле, чем сырье из природных месторождений.

6.3. Оценка экологической обстановки территории

Экологическая обстановка территории, на которой предполагается создание инфраструктуры для использования полезных ископаемых, оценивается с учетом следующих требований;

- материал собирается с помощью стандартных и общепринятых методов с обязательной статистической обработкой данных;
- анализ данных проводится в лабораториях, прошедших государственную аттестацию и получивших сертификат;
- отчеты представляются с обязательным картографическим приложением; - экологическая информация обрабатывается на компьютере.

Картографическое приложение включает следующие материалы:

- ландшафтная карта; - ландшафтно-геохимическая карта;
- карта использования земель;
- карта антропогенных и техногенных источников воздействия;
- почвенная карта и карты деградации и истощения почв;
- карта современного состояния растительного покрова, составленная на основе карт растительных ассоциаций, карт патологических изменений растительности и серии биогеохимических карт;
- гидрогеологическая карта и карты изменения состояния подземных вод;
- гидрогеологическая карта и карты изменения гидрологического режима водных объектов;
- карта опасности современных геоморфологических процессов;
- медико-демографические карты.

Глава 7. ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ ДЛЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В связи с бурным развитием промышленности и сельского хозяйства приобрела особую актуальность проблема защиты окружающей среды от загрязнения. Возникла необходимость в выделении особой категории геохимических процессов - **техногенной миграции химических элементов**. В настоящее время техногенная миграция на поверхности Земли стала одним из главных геохимических факторов. Ежегодно из недр извлекается около 100 млрд. т минерального сырья и каустобиолитов. Горные и строительные работы перемещают не менее 1 км³ горных пород, что соизмеримо с денудационной работой рек. Извлечение из недр металлов и освобождение металлов при сжигании угля значительно превышают их вынос с речным стоком.

Хозяйственная деятельность человека, следствием которой является значительное ускорение миграции элементов, приводит к образованию техногенных геохимических аномалий. В зависимости от масштабов различают **глобальные** аномалии, охватывающие весь земной шар, региональные и **локальные** аномалии. Локальные техногенные геохимические аномалии обычно связаны с конкретными источниками (промплощадки предприятий, шламохранилища, отстойники, сбросы сточных вод) и их радиус обычно не превышает десятков километров. Среди техногенных аномалий выделяют **литохимические** (в почвах, породах), **гидрогеохимические**, **атмогеохимические** и **биогеохимические**. Совокупность техногенных аномалий от локального источника называют **техногенными ореолами и потоками рассеяния**.

Очень часто концентрации отдельных химических элементов в пределах техногенных ореолов превышают значения, безопасные для жизни и здоровья людей, нормального развития биотических компонентов природной среды. В таких случаях мероприятия природоохранного характера должны быть направлены на снижение техногенной миграции и локализацию загрязнения.

7.1. Теоретическая база применения геохимических барьеров

В последние десятилетия наметилась тенденция использования геохимических методов для защиты окружающей среды от загрязнения. Большую роль в этом сыграли исследование процессов техногенной миграции элементов и разработанная А.И. Перельманом теория геохимических барьеров.

Термином «геохимический барьер» он предложил именовать те участки природной среды, где на коротком расстоянии происходит резкое уменьшение интенсивности миграции химических элементов и, как следствие, их концентрация. Снижение интенсивности миграции и концентрация элементов происходят из-за резкой смены параметров миграции (скорости водных и воздушных потоков, давления, температуры, pH, Eh) и свойств химических элементов, которые легко мигрируют в одной геохимической обстановке и

малоподвижны в другой.

Геохимические барьеры подразделяют на природные и техногенные. В основу классификации геохимических барьеров положены формы движения материи (по Ф. Энгельсу), с которыми связана миграция элементов.

Природные барьеры согласно этому принципу разделены на механические, физико-химические, биогеохимические и комплексные.

Механические барьеры - это участки резкого уменьшения интенсивности механической миграции. Ряд исследователей механические барьеры подразделяет на аэродинамические, гидродинамические, фильтрационные, гравитационные и другие. Примером механических барьеров могут служить концентрации элементов, образующиеся при уменьшении скорости водных и воздушных потоков.

Физико-химические барьеры формируются на участках резкого изменения температуры, давления, окислительно-восстановительных, щелочно-кислотных и других параметров миграции. Физико-химическим барьерам до настоящего времени уделялось наибольшее внимание исследователей, поэтому теоретические основы применения этой группы барьеров наиболее проработаны.

Миграционные свойства элементов (формы, интенсивность и контрастность миграции, способность осаждаться на геохимических барьерах) положены А. И. Перельманом в разработанную геохимическую классификацию элементов согласно особенностям гипергенной миграции (рис. 1). Им выделены воздушные и водные мигранты. Катионогенные и анионогенные элементы подразделяются по интенсивности и контрастности водной миграции, учитывается их подвижность в различных геохимических обстановках и способность осаждаться на геохимических барьерах.

Для условий биосферы А. И. Перельманом была построена теоретическая классификация типов концентраций элементов на физико-химических барьерах в виде матрицы, где одним параметром является класс геохимического барьера, а другим - состав вод, поступающих к барьеру.

Состав вод приведен согласно «геохимической классификации вод» зоны гипергенеза. По окислительно-восстановительным условиям выделено три типа вод: кислородные, глеевые и сероводородные. Для каждого типа выделено по четыре класса вод согласно щелочно-кислотным условиям: сильнокислые ($\text{pH} < 3$), кислые и слабокислые ($\text{pH} = 3,0-6,5$), нейтральные и слабощелочные ($\text{pH} = 6,5-8,5$), сильнощелочные ($\text{pH} > 8,5$). Согласно построенной матрице автором выделено более 100 типов известных и прогнозируемых концентраций элементов на различных классах физико-химических барьеров.

Принцип выделения классов физико-химических барьеров основан на внешних факторах миграции, изменение которых обуславливает концентрацию элементов. Это позволило выделить следующие барьеры, обозначенные буквами латинского алфавита: кислородный (А), сульфидный или сероводородный (В), глеевый (С), щелочной (D), кислый (Е), испарительный (F), сорбционный (G), термодинамический (H), сульфатный (I), карбонатный (K).

Окислительные (кислородные) барьеры образуются при резком увеличении окисленности среды (E_h). Для таких барьеров в условиях земной поверхности

характерна концентрация Fe, Mn, Co, S, Se. Чаще всего они формируются при смешении вод глеевого и сероводородного типов с кислородными водами вблизи поверхности или при контакте с кислородом воздуха.

Восстановительные сероводородные (сульфидные) барьеры формируются при резком понижении величины Eh и наличии сероводорода. На таких барьерах происходит концентрация металлов в форме нерастворимых сульфидов. Природные сероводородные барьеры имеют широкое распространение. Они являются одними из основных барьеров, на которых формируются месторождения Pb, Zn, Cu, Cd, Ag, Mo, Hg, As, Sb, Bi, Ni.

Восстановительные глеевые барьеры формируются на участках резкого снижения pH при отсутствии сероводорода. Восстановителями в глеевых обстановках выступают органическое вещество, а также Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} . К числу наиболее распространенных глеевых барьеров относятся краевые части болот, где на глеевом барьере могут концентрироваться Si, Mo, U, Ag, Cr, V, As. Широко распространены также глеевые барьеры почв, пойменных речных отложений и др.

Щелочные барьеры формируются на участках резкого повышения pH среды. Они имеют большое значение для концентрации катионогенных элементов, интенсивность миграции которых в кислой среде выше, чем в щелочной. На щелочных барьерах образуются многие минералы. В основном это гидрооксиды металлов, а также карбонаты, фосфаты.

В природных условиях щелочные барьеры имеют достаточно широкое распространение. Так, например, щелочные барьеры формируются при окислении сульфидных руд в известняках. Образующиеся при этом сернокислые растворы Fe, Cu, Zn, Ni, Co и других металлов при взаимодействии с вмещающими карбонатными породами нейтрализуются. В результате на щелочном барьере D1 осаждаются гидрооксиды и карбонаты металлов.

Кислые барьеры образуются при резком снижении pH среды. Некоторые элементы (Sc, Y) могут мигрировать в природных водах в виде растворимых комплексов (карбонатных, органических). При понижении pH может происходить разрушение комплексов и образование концентраций элементов.

Испарительные барьеры формируются на участках сильного испарения подземных и поверхностных вод, из которых осаждаются легко- и труднорастворимые соли. Состав элементов, образующих концентрации на таких барьерах, зависит от состава поступающих к ним вод. Примерами испарительных концентраций могут служить гипсовые горизонты в породах и солончаках, солевые корки солончаков, засоленные почвы.

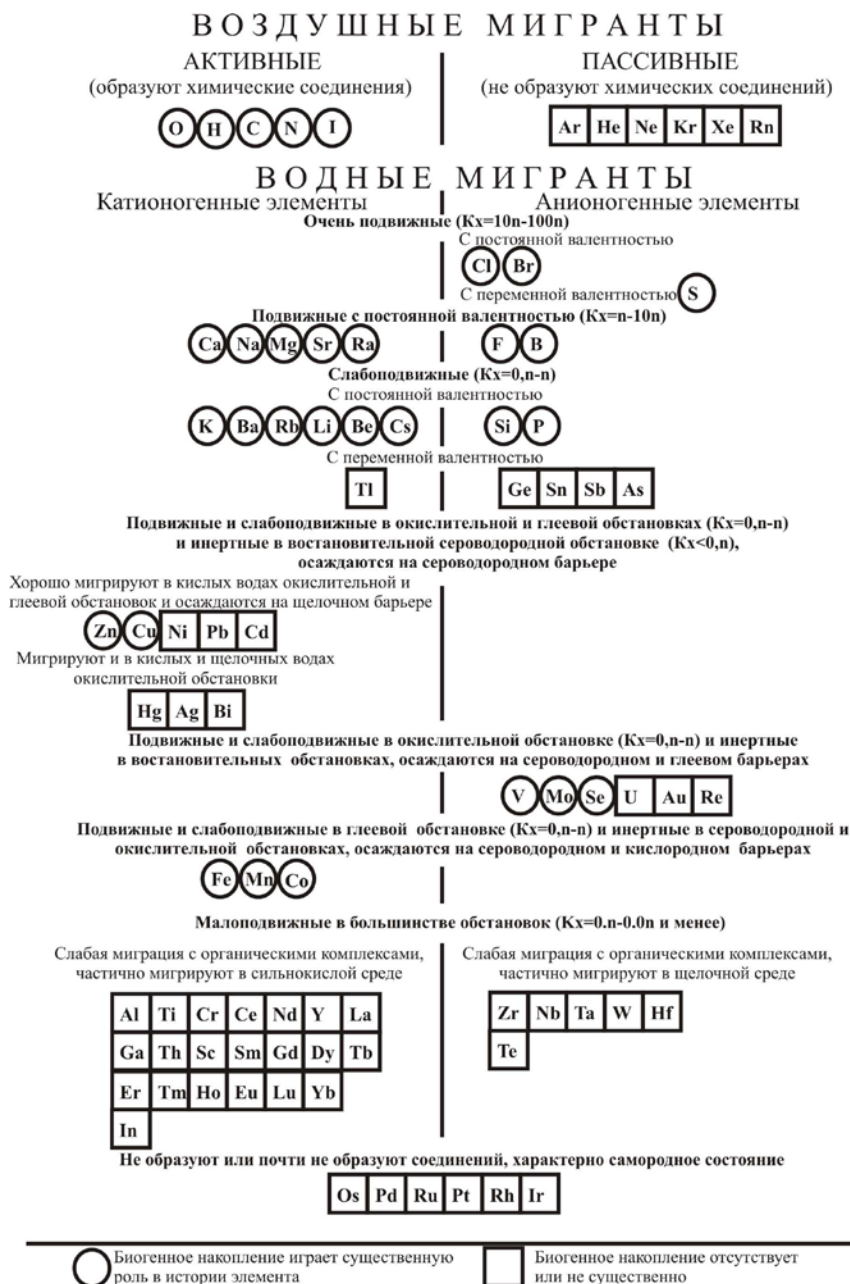


Рис. 1. Геохимическая классификация элементов по особенностям гипергенной миграции (по АИ. Перельману)

Сорбционные барьеры формируются на контакте вод с сорбентами, при этом из растворов могут поглощаться ионы, молекулы газов, паров, органических веществ.

Высокими сорбционными свойствами обладают высокодисперсные вещества, обладающие значительной поверхностной энергией. К ним относятся почвы, илы, глины, цеолиты, угли и др. коллоидные образования. На поверхности коллоидных частиц электрические заряды не полностью нейтрализованы соседними ионами.

В результате поверхность частиц приобретает либо положительный, либо отрицательный электрический заряд. Коллоиды с отрицательно заряженной поверхностью способны поглощать из раствора и обменивать катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Li^+ , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Ra^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} и др. К ним относятся глинистые минералы, органические вещества гумусового ряда, гель кремнекислоты, гидрооксиды Mn. Положительно заряженные коллоиды, к которым относятся гидрооксиды Fe, Al, Ti, Zr, поглощают и обменивают анионы Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , VO_4^{3-} и др.

Сульфатные и карбонатные барьеры формируются в основном при смешении глубинных хлоридных рассолов, содержащих Ca^{2+} , Sr^{2+} и Ba^{2+} , с инфильтрующимися сульфатными и карбонатными водами. В результате этих процессов возникают эпигенетическое огипсование и кальцитизация, образуются эпигенетические бариты, целестины, стронцианиты.

Термодинамические барьеры формируются при резком изменении давления и температуры, с которыми тесно связан газовый режим природных вод. Примером таких барьеров могут служить зоны разломов, где разгружаются углекислые воды и понижается давление CO_2 . При этом карбонатное равновесие в водах нарушается, часть CO_2 выделяется в свободном виде и из вод осаждается CaCO_3 . С этим процессом связано образование кальцитовых жил и конкреций.

Биогеохимические барьеры - снижение миграции элементов. Различают геохимические барьеры, связанные с микроорганизмами, растительным покровом и животными. Примером таких барьеров может служить растительный покров суши, гумусовый горизонт почв, колонии микроорганизмов. С концентрацией на биогеохимических барьерах связано образование ряда промышленных месторождений полезных ископаемых - торфа, угля, некоторых металлических руд.

Комплексные барьеры. В земной коре происходит совмещение и комплексирование различных геохимических процессов. В связи с этим выделяются комплексные геохимические барьеры, которые образуются в результате наложения двух или нескольких взаимосвязанных геохимических барьеров. Среди природных барьеров, по мнению В. А. Алексеевко, комплексные барьеры по распространенности занимают одно из первых мест.

Среди **техногенных барьеров**, по аналогии с природными выделяют механические, физико-химические, биогеохимические и комплексные барьеры.

В образовании техногенных барьеров могут участвовать механические, физико-химические и биогенные процессы, но сущность данных барьеров определяется особенностями техногенной миграции элементов.

Различна роль техногенных геохимических барьеров с точки зрения охраны окружающей среды. Согласно А.И. Перельману техногенные барьеры могут быть как «полезными», так и «нейтральными» и «вредными».

Техногенные концентрации на «нейтральных» и «вредных» барьерах формируются как побочный эффект хозяйственной деятельности.

Так, например, формирование техногенного геохимического барьера в районе влияния источника загрязнения на гидросферу может явиться причиной появления опасных для окружающей среды геохимических аномалий даже в тех случаях, когда содержание загрязнителей в водах значительно ниже ПДК.

Кажущиеся безвредными концентрации элементов в сточных водах могут быть резко увеличены в осадках или почвах на определенном расстоянии от их источника, создавая угрозу для нормального развития компонентов природной среды в данном районе. Накопление токсичных компонентов на геохимических барьерах, как показывают наблюдения, может достигнуть опасного уровня в течение нескольких лет.

Другим примером может служить формирование опасных техногенных концентраций на радиальных окислительно-сорбционных и биогеохимических барьерах нижних горизонтов почв на промышленных предприятиях и в городах, которое можно отнести к скрытому загрязнению урбанизированных территорий. Огромный ущерб сельскому хозяйству наносит формирование техногенного испарительного барьера на орошаемых территориях, в результате чего на значительных площадях происходит засоление почв.

Полезные техногенные барьеры могут формироваться как в результате перестройки природных систем под воздействием техногенеза, так и создаваться целенаправленно для природоохранных и других целей. Так наличие геохимического барьера вблизи локального источника может препятствовать распространению загрязнения на значительные территории.

Пространственные сочетания различных геохимических барьеров определяют особенности местной миграционной структуры территории и характер вторичной дифференциации вещества, что позволяет с определенной вероятностью прогнозировать устойчивость природных систем к разным формам техногенеза.

В случае поступления в природную среду незначительных концентраций загрязняющих компонентов от источника геохимические барьеры могут служить чувствительными индикаторами загрязнения.

Рассмотрим условия формирования техногенных геохимических барьеров. В процессе хозяйственной деятельности в окружающую среду поступает огромное количество веществ, которые включаются в природные

миграционные потоки в форме растворов, газов, суспензий, тонких и грубых взвесей. В результате в природных системах нарушается совокупность

устойчивых первичных природных связей. Вследствие этого в зоне техногенеза может происходить как полное или частичное разрушение природных геохимических барьеров, так и образование техногенных концентраций на бывших природных барьерах, т.е. их перестройка. Формируются и собственно техногенные геохимические барьеры. Среди них выделяют как вторично преобразованные в процессе техногенеза, так и целенаправленно сконструированные геохимические обстановки.

Искусственные геохимические барьеры. Геохимические барьеры, созданные в результате деятельности человека с определенными целями, принято обозначать термином «искусственные геохимические барьеры». Цели создания искусственных геохимических барьеров могут быть различными - техническая мелиорация пород, поиски и разработка месторождений полезных ископаемых, формирование техногенных месторождений. Наибольшее распространение получило применение искусственных геохимических барьеров для охраны окружающей среды

Разработка методов улучшения экологической ситуации до последнего времени сводилась в основном к совершенствованию технологических схем предприятий (систем очистки сбросов и выбросов, переработки отходов). Наиболее важным и перспективным для развития этого направления является создание безотходных технологий. Однако быстрый переход к безотходным технологиям в нашей стране маловероятен, так как для этого необходимы огромные капиталовложения. В период перехода от современных технологий к безотходному варианту возникает задача обеспечения минимального техногенного воздействия промышленности на окружающую среду, в том числе на подземные и поверхностные воды, являющиеся ее важнейшим компонентом.

Применение для защиты окружающей среды искусственных геохимических барьеров в ряде случаев позволяет отказаться от строительства сложных очистных сооружений и проведения дорогостоящих природоохранных мероприятий. Использование геохимических барьеров по сравнению с существующими методами требует значительно меньше затрат.

Сущность методов защиты окружающей среды от загрязнения с применением искусственных геохимических барьеров заключается в переводе загрязняющих компонентов в малоподвижные формы. В качестве материалов для создания барьеров, в зависимости от состава загрязнителей, могут применяться природные образования (грунты, горные породы) или иные вещества, например, производственные отходы.

При выборе участков складирования или сброса отходов локализация загрязнителей может осуществляться за счет учета природных геохимических особенностей грунтовой толщи. Накопленный к настоящему времени опыт в этой области позволяет говорить о возможности использования для защиты подземных и поверхностных вод от загрязнения искусственных барьеров различных классов.

Искусственные механические барьеры нашли применение в очистке сточных

вод промышленности от взвешенных частиц. Известны способы очистки сточных вод от грубых и тонких взвесей путем создания грунтовых фильтров на предприятиях угольной промышленности и горно-металлургических комбинатов.

Для защиты подземных и поверхностных вод наиболее часто применяются искусственные физико-химические барьеры. Геохимические барьеры щелочного класса использовались в Молдавии, где применение медьсодержащих пестицидов для обработки виноградников от вредителей привело к значительному загрязнению почв, подземных и поверхностных вод. На пути миграции меди создан щелочной геохимический барьер с использованием карбонатов. В районах добычи и переработки сульфидных руд развивается сернокислосое загрязнение окружающей среды. Основными источниками загрязнения являются карьеры, шахты, отвалы, обогатительные фабрики, склады концентратов и др. Подземные и поверхностные воды загрязняются сернокислыми растворами металлов. Известны случаи использования карбонатного материала, в частности известняков, для осаждения тяжелых металлов на щелочном геохимическом барьере.

Для охраны окружающей среды от загрязнения часто используются сорбционные барьеры. При выборе участков складирования отходов предприятий учитываются геохимические особенности пород верхней части разреза (зоны аэрации), которые можно рассматривать как естественный барьер на пути миграции токсичных элементов.

Подземные воды более защищены на тех участках, где в основании шламохранилищ залегают глинистые грунты, обладающие высокими сорбционными свойствами по отношению к загрязнителям, содержащимся в отходах. При отсутствии природных сорбционных барьеров на пути миграции загрязнителей, в основании хранилищ отходов, часто создают искусственные экраны из глинистых грунтов. Материал для создания экрана подбирался таким образом, чтобы кроме противофильтрационных функций он обладал высокими сорбционными свойствами к определенному набору загрязнителей. В качестве материала для создания искусственных сорбционных барьеров могут использоваться не только природные образования, но и синтетические вещества. Так, при создании искусственных геохимических барьеров на пути техногенной миграции в качестве реагента могут использоваться силикатные гели, широко применяемые в технической мелиорации пород. Это позволяет не только уменьшить распространение загрязнителей в результате снижения фильтрационной способности пород, но и сорбировать тяжелые металлы в теле барьера. Низкая исходная вязкость силикатных растворов делает их удобными в практическом применении.

Искусственные биогеохимические барьеры также могут применяться для защиты окружающей среды от загрязнения. Так, известны способы микробиологической очистки подземных вод, промышленных и бытовых стоков. Для рекультивации породных отвалов широко применяется их озеленение.

Применение искусственных комплексных барьеров особенно актуально в тех случаях, когда спектр загрязнителей не позволяет защитить подземные и поверхностные воды с помощью создания какого-либо одного вида барьеров.

7.2. Методологические основы применения геохимических барьеров

Научно-методические подходы и концепция создания искусственных геохимических барьеров

Методологические основы применения искусственных геохимических барьеров базируются на общих подходах и принципах геохимии. Главной особенностью методологии геохимии, установленной В. И. Вернадским и А. Е. Ферсманом, является изучение миграции, в результате которой происходит концентрация и рассеяние химических элементов. С этих позиций рассмотрим один из примеров создания искусственных геохимических барьеров для охраны окружающей среды при разработке месторождений полезных ископаемых (рис. 2)



Рис. 2. Схема создания искусственных геохимических барьеров для охраны окружающей среды (на примере разработки месторождений полезных ископаемых)

Месторождения полезных ископаемых представляют собой ярко выраженные природные геохимические барьеры, на которых формируются концентрации

элементов.

Хозяйственная деятельность человека, включающая разработку месторождений, многократную переработку полезных ископаемых и др., приводит к их разрушению. Из огромного количества вещества, изымаемого из природной среды, в конечный продукт превращается 1,5-2 %.

Основным следствием этого, негативного с точки зрения человека и биотических компонентов процесса, является неконтролируемая миграция элементов, в результате которой происходит загрязнение окружающей среды. В районах расположения источников загрязнения формируются техногенные ореолы и потоки рассеяния элементов.

Основным направлением локализации загрязнения является создание условий для концентрации химических элементов, т.е. целенаправленное формирование геохимических барьеров.

Этот путь представляется наиболее естественным, т.к. воспроизводит геохимическую обстановку близкую природной, для которой характерно образование концентрации элементов-загрязнителей. Поэтому для рассматриваемого примера сущность применения искусственных геохимических барьеров в природоохранных целях выражается в переводе элементов из состояния техногенного рассеяния к техногенной концентрации, близкой первоначальной природной.

Исходя из близости природной и техногенной концентраций (с миграционных позиций), при создании искусственных геохимических барьеров следует рассматривать их природные аналоги. Из этих же соображений концентрации элементов на искусственных барьерах в ряде случаев возможно рассматривать как формирование техногенных месторождений, разработка которых будет возможна с появлением новых технологий.

Универсальная концепция применения геохимических барьеров должна учитывать возможное разнообразие техногенной миграции. В ряде случаев загрязнители могут быть представлены искусственными веществами, которые в силу своей специфики могут не иметь аналогов концентрации на природных барьерах.

В настоящее время существует около 10 млн. синтетических веществ, из которых только около 2 млн. обнаружено в природе. Однако, изучая особенности миграции этих веществ в различных геохимических обстановках, принципиально возможно создание условий для перевода их в малоподвижные формы.

На базе теории геохимических барьеров А. И. Перельмана предлагается концепция создания искусственных барьеров для охраны окружающей среды, заключающаяся в целенаправленном создании геохимических обстановок, для которых характерно резкое снижение миграции загрязняющих веществ за счет их перевода в малоподвижные формы, с обеспечением безопасности для человека и природной среды.

Участки размещения локальных источников загрязнения и зоны их влияния накладываются на природную обстановку и могут рассматриваться как природно-техногенные системы.

Одной из основных задач является изучение структуры системы, ее составных частей и способов связи между ними.

При этом в каждой системе важно выделять главные части и связи, определяющие ее своеобразие, учитывать, что система - это единство противоположностей. С этих позиций в рассматриваемых системах можно противопоставить две основные части: техногенную - локальный источник загрязнения и природную - часть природной среды, на которую оказывается или предполагается воздействие этого источника.

Так же можно выделить основные связи между частями, объединяющие систему в единое целое. Прямой связью является техногенное воздействие локального источника загрязнения на часть природной среды, приводящее к ее техногенному изменению.

Если такое изменение становится неблагоприятным для человеческого общества и нормального развития биотических компонентов, то возникает отрицательная обратная связь, выраженная в необходимости снижения техногенного воздействия.

Количественными критериями качественного изменения природно-техногенных систем являются экологические нормативы, разработанные для различных компонентов природной среды, геохимические критерии, основанные на сравнении с фоновыми и кларковыми концентрациями, а также биогеохимические критерии.

Установление отрицательной обратной связи, подразумевающее проведение мероприятий по снижению техногенной нагрузки на природную среду, позволяет оптимизировать природно-техногенные системы, сделать их регулируемыми.

Исходя из вышесказанного, алгоритм функционирования рассматриваемых природно-техногенных систем можно представить в виде схемы (рис. 3), где отражены лишь основные элементы структуры, имеющие значение для раскрытия методологии применения искусственных геохимических барьеров.

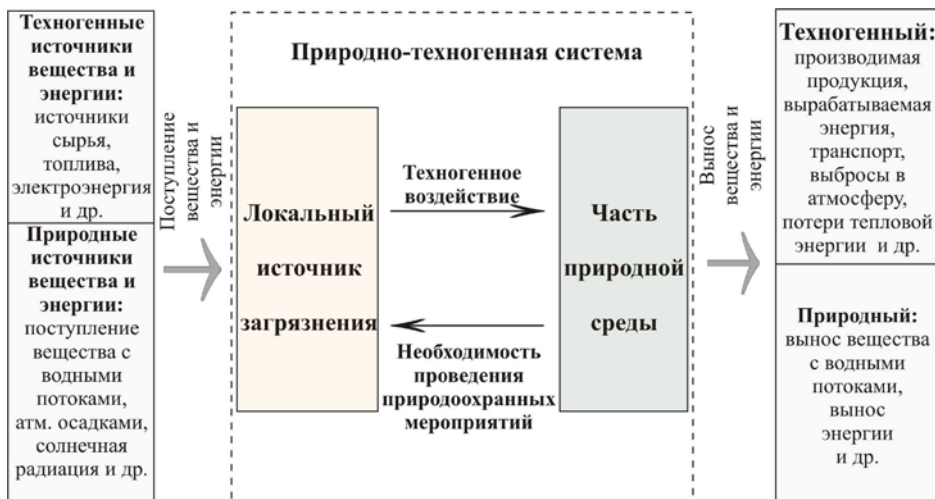


Рис. 3. Схема функционирования рассматриваемых природно-техногенных систем

Рассматриваемые природно-техногенные системы являются открытыми. В них постоянно происходит техногенное и природное поступление вещества и энергии. Основными техногенными источниками вещества и энергии являются месторождения полезных ископаемых, другие источники сырья, топлива и различных используемых материалов, электроснабжение и тепловое снабжение предприятий.

Природное поступление вещества и энергии в рассматриваемые системы происходит с водными потоками и атмосферными осадками, солнечной радиацией и др. Наряду с поступлением осуществляется вынос вещества и энергии из систем, обусловленный как природными, так и техногенными процессами.

Изучение количества вещества, поступающего в систему и выносимого из нее, может дать представление об его аккумуляции в системе. Подобные балансовые расчеты иногда применяются исследователями как у нас в стране, так и за рубежом для ориентировочного установления глобального, реже регионально загрязнения окружающей среды. Приблизительность таких расчетов для установления необходимости проведения природоохранных мероприятий на конкретных территориях объясняется, во-первых, сложностью точного учета поступающего и выносимого вещества, во-вторых,

неравномерностью распределения аккумулируемого вещества в природной среде и возможностью образования опасных концентраций элементов на вредных барьерах. Более точная оценка воздействия локальных источников загрязнения на окружающую среду может быть дана на основании изучения формирующихся природно-техногенных систем, а исследование поступления и выноса вещества может носить вспомогательный характер.

Таким образом, необходимость проведения природоохранных мероприятий и в частности встраивания в природно-техногенные системы искусственных геохимических барьеров может быть определена только на основании изучения этих систем с экологических позиций.

Изучение природно-техногенных систем

Изучение структуры и связей природно-техногенных систем, особенностей миграции в них элементов базируется на основных принципах геохимии систем. Рассматриваемые системы имеют ярко выраженный центр - источник загрязнения. Поэтому при их изучении целесообразно использовать принцип централизации, согласно которому изучение систем должно начинаться с установления и изучения центра.

Изучение локальных источников загрязнения. Локальные источники загрязнения обычно представляют собой промплощадки предприятий, участки складирования различных отходов, места сброса сточных вод и др. Процесс образования и движения отходов контролируется органами управления предприятий, где также накапливается и перерабатывается информация, связанная с функционированием предприятия. Поэтому начальным этапом изучения локального источника загрязнения является сбор и анализ информации. При изучении информации о возможности применения искусственных геохимических барьеров представляются важными сведения

- об источнике сырья, топлива или других материалов, используемых на предприятии, их составе и объемах;
- о технологии предприятия, возможных ее изменениях;
- о составе и объемах образующихся отходов, технологиях их утилизации;
- о воздействии предприятия на окружающую среду, включая формы отчетности предприятия перед природоохранными органами.

Методы изучения информации включают сбор и проверку данных, создание баз данных, их статистическую обработку и анализ результатов.

Для проектируемых предприятий и других планируемых источников загрязнения может рассматриваться возможность применения искусственных геохимических барьеров.

В таких случаях может иметься лишь информация о планируемых источниках сырья или топлива и проектируемых технологиях производства. Данные об предполагаемых отходах часто недостаточны. Решение о выборе технологии и участков утилизации отходов, а также необходимость использования геохимических барьеров в природоохранных целях могут быть обоснованы с применением метода аналогий. Реализация этого метода в данном случае включает сбор и обработку информации об объектах - аналогах, что подразумевает как анализ опубликованных и фондовых источников, так и получение информации непосредственно на объектах.

В ряде случаев информация об источнике загрязнения, полученная в органах управления предприятием, является достаточной для защиты окружающей среды с помощью геохимических барьеров. Однако чаще всего требуются дополнительные полевые и лабораторные исследования. Такие исследования могут включать опробование и анализ образующихся отходов. При этом необходимо изучение механических, физико-химических и биогенных характеристик отходов. Важно определение фазовой структуры отходов, гранулометрического состава твердой фазы, температуры, окислительно-восстановительных и щелочно-кислотных характеристик. Одной из основных задач анализа является установление фактического вещественного состава различных фаз отходов и форм нахождения химических элементов. На основании этого оценивается миграционная способность элементов в конкретных геохимических обстановках участка складирования и выделяются элементы-загрязнители, превышающие допустимые концентрации.

При проведении исследований используются стандартные методы анализа, широко применяемые в геохимии и других науках. При изучении форм нахождения химических элементов в отходах возможно применение моделирования с современным комплексом программ. С помощью физико-химического моделирования можно также дать анализ стабильности системы и прогнозировать возможное развитие процессов при долговременном складировании отходов.

Изучение природных условий. Следующим этапом изучения природно-техногенных систем является рассмотрение природных условий района размещения локального источника загрязнения, включающее климатическую, орографическую, геологическую, гидрогеологическую, инженерно-геологическую и другие характеристики территории. При этом используются стандартные методы соответствующих наук и подходы, применяемые при экологической оценке существующего состояния территории.

Необходимыми климатическими характеристиками для применения геохимических барьеров являются данные о температурном режиме территории, количестве, составе и годовом распределении осадков, периоде с устойчивым снежным покровом и др. Орографическая характеристика района включает сведения о его рельефе и поверхностных водных объектах (определение условий поверхностного стока на участках размещения источников загрязнения,

выделение водоразделов и водосборных площадей имеющихся водотоков). Сведения о поверхностных водных объектах включают информацию о их использовании, необходимых гидрологических и гидрохимических параметрах, режиме. Геолого-гидрогеологическая характеристика района подразумевает изучение верхней части геологического разреза до глубины возможного техногенного воздействия источника загрязнения. Гидрогеологическая информация должна содержать сведения о использовании подземных вод, водоносных горизонтах и комплексах, областях питания и разгрузки подземных вод, направлении их движения и связи с поверхностными водами. Необходимы также гидрогеологические параметры водовмещающих и водоупорных пород, данные об уровнях, напорах и режиме подземных вод, гидрохимическая характеристика водоносных горизонтов и комплексов.

Источником информации, характеризующей состояние природной среды района, являются опубликованные и фондовые материалы научных, изыскательских и геологоразведочных организаций, сведения территориальных органов по охране окружающей среды и др. Кроме того, для климатической характеристики района необходимы данные наблюдений ближайших метеорологических станций и климатические справочники. Получение сведений о рельефе основывается на дешифрировании космических и аэрофотоснимков, крупномасштабных топографических карт.

При сборе информации чрезвычайно полезным является получение ретроспективных данных о состоянии окружающей среды района, например, до существования источника загрязнения. Сопоставление этих данных с современным состоянием территории позволяет применять принцип актуализма при изучении природно-техногенных систем.

При недостаточности собранной информации требуется проведение, комплекса дополнительных исследований, включающего полевые, лабораторные и камеральные методы. Их использование целесообразно совместить со следующим этапом изучения природно-техногенных систем, описание методов которого приведено ниже.

Изучение **техногенного воздействия** локальных источников загрязнения **на природную среду**. Этот этап изучения природно-техногенных систем включает исследование прямой связи техногенной и природной частей системы, выраженной в техногенном воздействии локальных источников загрязнения на часть природной среды. При изучении техногенного воздействия с позиций возможности применения геохимических барьеров в природоохранных целях должны исследоваться подземные и поверхностные воды, горные породы и почвы. При необходимости проводятся ландшафтно-геохимические, биогеохимические и медико-биологические исследования.

Задачами данного этапа являются:

- определение границ техногенных ореолов и потоков рассеяния от локальных источников загрязнения;
- выявление загрязнителей и изучение их миграции в природно-техногенных

системах;

- установление уровня загрязнения компонентов природной среды;
- прогноз распространения загрязнения с учетом планируемого функционирования предприятий.

При исследовании техногенного воздействия целесообразно использовать принцип изучения зональности, формирующейся в результате техногенной миграции элементов. Установление границ и уровня загрязнения может быть основано на выделении зон с различными техногенными изменениями природной среды под воздействием локального источника загрязнения. Как было отмечено выше, для такого выделения могут использоваться нормативные, геохимические и биогеохимические критерии.

Нормативные критерии основываются на оценке медико-санитарной обстановки по геохимическим показателям и выражены предельно допустимыми концентрациями веществ в природной среде. В настоящее время действует ряд различных нормативных документов, разработанных для отдельных компонентов природной среды.

Геохимические критерии основаны на сравнении содержания химических элементов в оцениваемом объекте к его фоновому содержанию или кларку. Часто используется суммарный показатель содержания загрязнителей, что более приемлемо с экологических позиций. Этот показатель представляет собой сумму коэффициентов концентраций элементов за вычетом числа элементов, уменьшенного на единицу.

Биогеохимические критерии основаны на принципе, согласно которому растения рассматриваются как интегральный показатель загрязнения почв и горных пород приповерхностной части литосферы. На этой основе выполняется эколого-биогеохимическое районирование территории.

Выделение на основании рассмотренных критериев зон с опасным уровнем техногенного воздействия должно служить основанием для принятия управленческих решений по проведению природоохранных мероприятий.

Исследование техногенного воздействия основывается на результатах анализа информации о локальных источниках загрязнения и характеристике природных условий территории, полученных на предыдущих этапах изучения природно-техногенных систем. При составлении программы исследований важно учитывать комплекс загрязнителей, характерный для данного локального источника, направление и возможность распространения загрязнения от этого источника с потоками подземных и поверхностных вод, возможность образования концентраций загрязнителей на геохимических барьерах. На этом же этапе проводится исследование недостающих параметров природной среды, информация о которых по каким-либо причинам отсутствует.

Методика исследований. Анализ литературных источников, а также опыт,

накопленный на объектах Пермской области и других регионов, делают возможным выделить комплекс основных методов исследования техногенного воздействия локальных источников загрязнения на геологическую среду. При этом среди множества использованных методов были выбраны наиболее информативные.

Полевые методы. При проведении полевых исследований на начальной стадии целесообразно использование геофизических методов, позволяющих оптимизировать расположение точек опробования и наблюдения. Эти методы являются относительно недорогими и несложными в применении. С учетом результатов геофизических исследований корректируется программа исследований, что позволяет применять более дорогостоящие методы (бурение скважин и др.) на уровне достаточности. Среди большого разнообразия геофизических методов наиболее информативными являются прямые методы. Они основаны на непосредственном определении исследуемых параметров либо свойств, тесно связанных с этими параметрами. Чаще всего применяются методы электроразведки. Многие из этих методов довольно широко используются в инженерной геофизике.

Термометрия предполагает измерение температуры подземных и поверхностных вод. Применение метода дает хорошие результаты, если температура отходов или сбросов отлична от температуры природных вод, а также при поисках мест сосредоточенной разгрузки подземных вод в поверхностные водоемы и водотоки. Применение метода оптимально в комплексе с методом резистивиметрии.

Резистивиметрия основана на измерении удельного сопротивления воды, которое зависит от минерализации. Этот метод эффективно применяется при исследовании поверхностных водоемов и водотоков. Его применение в комплексе с термометрией позволяет выделять участки разгрузки загрязненных подземных вод, что способствует оптимальному размещению точек опробования поверхностных водных объектов. Термо- и резистивиметрия не чувствительны к изменению внешних условий и позволяют получить достоверные результаты в полевых условиях.

Для исследования подземных вод может использоваться метод резистивиметрии скважин. Этот метод дает возможность выделять зоны активной циркуляции подземных вод, определять их общую минерализацию и следить за ее изменением на исследуемых территориях.

Метод естественного поля (ЕП) основан на исследовании самопроизвольно возникающего (естественного) электрического поля, природа которого связана с электрохимическими и электрокинетическими процессами. По аномалиям естественного поля можно выделять участки с более интенсивной фильтрацией подземных вод (фильтрационное поле), ориентировочно определять границы распространения подземных вод, обладающих повышенной минерализацией (диффузионное поле). Исследования возможны также и на участках дна поверхностных водоемов и водотоков. Применение метода ЕП в комплексе с

термо- и резистивиметрией позволяет ориентировочно оконтуривать распространение загрязнения от локальных источников. Недостатком метода является его чувствительность к внешним условиям проведения исследований, например, к техногенным наводкам электрических полей, которые часто имеют место вблизи предприятий, работающих агрегатов и др.

Метод заряженного тела (метод заряда) применяется для определения направления и скорости движения подземных вод в одиночных скважинах. Роль заряженного тела играет электролит, который вносится в скважину и распространяется по направлению движения потока подземных вод. Направление и скорость их движения определяется по изменению во времени эквипотенциальных линий электрического поля, вызванного внешним источником питания. Метод заряженного тела широко применяется при изучении техногенного воздействия на природную среду, поскольку загрязнение от локальных источников часто распространяется с потоком подземных вод. Он достаточно стабилен, его использование давало хорошие результаты на различных объектах Пермской области и других регионов. В ряде случаев для определения скорости движения подземных вод используется электролитический метод.

В зависимости от особенностей техногенного воздействия могут применяться и другие геофизические методы исследований. Так, для выявления очагов радиационной опасности используется комплекс радиометрических методов.

В случае недостаточности геологической и гидрогеологической информации могут применяться методы вертикального электрического зондирования (ВЭЗ), электрического профилирования (ЭП) и другие методы геофизических исследований для уточнения геологического разреза, положения водоносных горизонтов и др.

После получения результатов геофизических исследований изучение границ и уровня техногенного загрязнения от локальных источников проводится геохимическими методами. Необходимо опробование подземных и поверхностных вод, горных пород, почв и донных отложений. Методики отбора, транспортировки и хранения проб приведены в соответствующих нормативных документах.

Проведение исследований необходимо как на загрязненных, так и на фоновых участках. Особое внимание должно уделяться изучению

природных геохимических барьеров, которые могут быть индикаторами загрязнения или элементами, определяющими стабильность системы, или же на них могут формироваться опасные концентрации загрязнения.

При недостаточной изученности природных условий могут проводиться дополнительные исследования территории. Для уточнения гидрологической

характеристики могут измеряться расходы водотоков, проводиться режимные наблюдения за уровнями поверхностных вод. Дополнительные гидрогеологические исследования могут включать опытное определение фильтрационных параметров водовмещающих и водоупорных пород (наливы в

шурфы, одиночные и кустовые откачки), наблюдения за режимом подземных вод. В отдельных случаях могут проводиться опыты с применением трассирования потока подземных вод красителями.

Лабораторные исследования включают определение состава подземных и поверхностных вод, горных пород, почв и донных отложений. Важным моментом при изучении вещественного состава является установление форм нахождения химических элементов. При исследовании химического состава подземных и поверхностных вод используют общий химический анализ, различные виды для определения микроэлементного состава, а также специальные анализы для подсчета содержания загрязнителей, характерных для данного источника.

При определении состава твердых субстратов применяются гранулометрический, минералогический, различные виды микроэлементного и рентгеноструктурный анализы. Рентгеноаморфные вещества могут быть установлены термическим и другими видами анализа. Для определения состава водорастворимых соединений пород, донных отложений и почв применяется общий химический и микроэлементный анализ водной вытяжки. Иногда существует необходимость проведения постадийных вытяжек с дальнейшим изучением их состава. В ряде случаев применяются лабораторные исследования сорбционных и десорбционных свойств твердых субстратов по отношению к выявленным загрязнителям, что может характеризовать барьерные свойства горных пород, донных отложений и почв. Для исследования донных отложений рек, в том числе и техногенных, могут использоваться шлиховой и шлихогеохимический методы.

Необходимый комплекс лабораторных исследований в каждом конкретном случае определяется исходя из особенностей компонентов природно-техногенной системы, типов и форм миграции элементов и задач.

Результаты исследований и прогноз развития природно-техногенных систем. Представление результаты должны отображать влияние геохимических неоднородностей природно-техногенной системы на экологическое состояние исследуемой территории. Кроме традиционных форм представления результатов исследований в последнее время активно используются методы отображения экологической информации на эколого-геохимических картах. Согласно В. Т. Трофимову и Д. Г. Зилингу, эколого-геохимическая карта - это графоматематическая модель эколого-геохимической обстановки, дающая оценку состояния компонентов литосферы, которая определяет ее геохимическую экологическую функцию. Для представления результатов исследования техногенного воздействия локальных источников загрязнения на геологическую среду используются крупномасштабные эколого-геохимические карты масштаба 1:25000 и крупнее. При построении карт применяются современные компьютерные ГИС-технологии.

Для оценки техногенного воздействия и прогноза развития природно-техногенных систем в настоящее время широко используются методы

математического моделирования. Математическое моделирование фильтрации и массопереноса позволяет прогнозировать фильтрационные потери из хранилищ отходов, проводить уточнение гидрогеологических параметров путем решения обратной задачи, оценивать эффективность фотифильтрационных сооружений, рассчитывать перенос загрязнителей и решать другие задачи.

Оценка техногенного воздействия проектируемых объектов. Для проектируемых источников загрязнения выполняется прогноз техногенного воздействия, исходными данными для которого являются результаты изучения состояния компонентов природной среды и технологии предприятия. На основании особенностей миграции предполагаемых загрязнителей в конкретных геохимических обстановках оценивается устойчивость природных систем к будущему техногенному воздействию. Для этого необходимы выявление и исследование природных радиальных и латеральных геохимических барьеров, препятствующих техногенной миграции загрязнителей. Так, при проектировании объектов, где миграция загрязнителей в подземные воды происходит в основном за счет инфильтрации, проводится предварительная типизация грунтовой толщи зоны аэрации. При этом учитывается строение и мощность зоны аэрации, фильтрационные свойства слагающих ее пород и их оценка как геохимических барьеров по отношению к предполагаемым загрязнителям.

В процессе исследования определяются основные параметры геохимических барьеров - градиент, контрастность, емкость, проницаемость и продолжительность существования. Для этих целей проводятся лабораторные исследования с использованием модельных растворов загрязнителей либо отходов объектов-аналогов. Возможно также проведение полевых опытных работ, применение математического моделирования и т.д.

Прогноз техногенного воздействия проектируемых объектов на окружающую среду должен содержать:

- компоненты природной среды, которые будут подвержены техногенному воздействию;
- время достижения загрязнителями природных объектов, важных для жизни и здоровья людей, нормального развития биоты;
- максимальные концентрации загрязнителей на различных участках территории, подверженной техногенному воздействию;
- максимально допустимый уровень техногенной нагрузки на природную среду от проектируемого объекта.

Если прогноз предполагает негативные изменения компонентов природной среды под техногенным воздействием проектируемого объекта, как и в случае с уже существующими локальными источниками загрязнения, требуется принятие управленческих решений по встраиванию в природно-техногенные системы искусственных геохимических барьеров или проведению других природоохранных мероприятий.

Встраивание искусственных геохимических барьеров в природно-

техногенные системы

Целью встраивания искусственных геохимических барьеров в природно-техногенные системы является локализация загрязнения, распространяющегося от локального источника. Основными стадиями разработки и реализации метода защиты природной среды путем создания искусственных геохимических барьеров должны быть следующие:

- выбор геохимического барьера для перехвата загрязнителей;
- разработка способа и технологии локализации загрязнения;
- определение места искусственного барьера в природно-техногенной системе;
- встраивание искусственного геохимического барьера в природно-техногенную систему;
- контроль и корректировка эффективности функционирования искусственных геохимических барьеров.

Выбор геохимического барьера для перехвата загрязнителей основывается на результатах предыдущих этапов исследований. Имеют значение вид и формы миграции выявленных загрязнителей, внутренние и внешние факторы миграции, особенности геолого-гидрогеологических, гидрологических и других условий территории.

Одной из основных задач при выборе геохимического барьера является определение геохимических обстановок, в которых снижается миграция загрязнителей и образуются их концентрации. В этой связи большое значение имеют индивидуальные геохимические особенности элементов и их соединений. Исходя из этого, начальной стадией выбора геохимического барьера является сбор геохимической информации об элементах-загрязнителях.

Необходимо использовать опыт, накопленный учением о месторождениях полезных ископаемых, которые представляют собой типичные природные геохимические барьеры. Используя метод аналогий, можно достаточно достоверно прогнозировать образование концентраций загрязнителей на искусственных геохимических барьерах, создавать условия для их эффективного и долговременного действия. Необходимо также изучение опыта использования подобных искусственных геохимических барьеров по опубликованным и фондовым источникам.

Выбор физико-химических барьеров может основываться на «геохимической классификации элементов по особенностям техногенной миграции» и классификации «типов концентраций элементов на геохимических барьерах биосферы», разработанных Перельманом. В соответствии с перечнем выявленных загрязнителей и физико-химическими параметрами миграционного потока выбирается геохимический барьер, на котором будут концентрироваться загрязнители. При этом должна проводиться предварительная техническая и экономическая оценка возможности создания такого вида барьера в условиях конкретной природно-техногенной системы.

После выбора одного или нескольких альтернативных видов геохимических

барьеров разрабатываются способ и технология локализации загрязнения. Одним из важных моментов является выбор материала для создания искусственного геохимического барьера. Возможно применение как природных материалов, так и искусственных. В качестве природных материалов в зависимости от выбранного барьера могут рассматриваться различные горные породы, почвы, микроорганизмы и растения. Для создания искусственных механических барьеров наиболее часто применяются обломочные породы - галечники, гравий, пески, их неокатанные аналоги и смеси. В качестве материала для физико-химических барьеров щелочного класса применяются в основном карбонатные породы, чаще всего известняки как наиболее химически активные. Для создания сорбционных барьеров наиболее часто стали использоваться глинистые породы, торфяники, цеолиты, илы, почвы.

Среди искусственных образований для создания барьеров экономически оправдано использование производственных отходов (отсев дробильных установок по производству щебня карбонатных пород, содового производства, золошлаковые отходы, производства активированного угля, пиритные огарки и другие виды).

Кроме производственных отходов для создания барьеров могут использоваться и другие искусственные материалы. Известны случаи применения силикатных гелей, соединений бария и других соединений.

При выборе материала необходимо руководствоваться следующими основными критериями:

- искусственный барьер из выбранного материала должен эффективно перехватывать выявленные загрязнители и удерживать их в течение расчетного времени эксплуатации;
- выбранный материал должен иметь относительно невысокую стоимость;
- материал не должен являться дополнительным источником загрязнения.

Первоначально может быть выбрано несколько альтернативных

материалов с последующей их отбраковкой после проведения лабораторных исследований и расчетов.

Важный момент при разработке способа локализации загрязнения - проведение лабораторных исследований, задачей которых является изучение свойств выбранного материала по отношению к выявленным загрязнителям. Комплекс лабораторных исследований может включать проведение опытов как с модельными растворами загрязнителей, так и с отходами предприятия. При необходимости исследуются гранулометрический и вещественный состав выбранного материала, его фильтрационные и другие свойства. Условия проведения опытов должны быть максимально приближены к тем условиям, которые сформируются после встраивания в природно-техногенную систему искусственного геохимического барьера.

Для проверки эффективности и внесения коррективов при разработке метода могут проводиться опытные натурные исследования, задачей которых является моделирование работы искусственного геохимического барьера в природно-

техногенной системе. Они обычно заключаются в очистке небольших, относительно всего объема, частей отходов. Так, если разрабатывается способ очистки сброса предприятия, то отделяется часть сброса с небольшим дебитом и проводятся опытные натурные работы.

Важным моментом является определение места искусственного геохимического барьера в природно-техногенной системе. Мигрирующие в результате техногенеза элементы рано или поздно концентрируются на геохимических барьерах. Такая концентрация может происходить на значительном удалении от источников загрязнения. Вследствие этого загрязнение может охватывать значительные территории, оказывая негативное влияние на экологическую ситуацию. Учитывая то, что мигранты распространяются в основном с потоками подземных и поверхностных вод, загрязнению часто подвергаются водные объекты, используемые для водоснабжения, рыбохозяйственных целей. В связи с этим концентрация элементов, вовлеченных в техногенную миграцию, наиболее желательна вблизи источников загрязнения, т.е. на участках добычи и первичной переработки полезных ископаемых, местах размещения отходов энергетики и транспорта и т.д. Эти участки уже нарушены в результате хозяйственной деятельности человека, в большинстве случаев не являются селитебными территориями и не используются для каких-либо других целей (сельское хозяйство, водоснабжение).

На основании проведенных лабораторных и натурных исследований, а также результатов изучения природно-техногенных систем рассчитываются необходимые параметры геохимического барьера - градиент, контрастность, емкость, проницаемость. Разрабатываются конструкция искусственного геохимического барьера и технологическая схема его применения, дается прогноз его устойчивости в течение расчетного срока эксплуатации. Проверка такого прогноза возможна с помощью математического моделирования.

При благополучном прогнозе и экономической рентабельности способа локализации загрязнения принимается решение по созданию искусственного геохимического барьера. Экономическая рентабельность определяется из соотношения затрат альтернативных вариантов, которыми могут быть локализация загрязнения, отказ от хозяйственной деятельности с последующей реабилитацией территории, отселение населения и т.д. Перед началом работ должны быть даны рекомендации по созданию и эксплуатации искусственного геохимического барьера, а также разработана система контроля эффективности применяемого способа защиты природной среды от загрязнения.

Мониторинг эффективности функционирования искусственных геохимических барьеров в природно-техногенных системах

Основными задачами организации мониторинга являются систематический контроль эффективности функционирования встроенных геохимических барьеров и состояния природно-техногенной системы, а также своевременное принятие мер по недопущению загрязнения окружающей среды.

Контроль эффективности функционирования искусственных геохимических барьеров включает систематические наблюдения за входными и выходными параметрами миграционных потоков. В качестве входных параметров должны рассматриваться объем и состав техногенных потоков, поступающих к барьеру от источника загрязнения, внешние факторы миграции (температура, pH, Eh и др.). Должны контролироваться фоновые характеристики природных водных потоков, на которые накладывается техногенная нагрузка от локального источника загрязнения. Контроль выходных параметров включает наблюдения за качеством подземных и поверхностных вод после прохождения искусственного геохимического барьера.

Рассмотрим несколько вариантов организации пунктов наблюдения для простых геолого-гидрогеологических условий, наиболее типичных источников загрязнения и применяемых конструкций искусственных геохимических барьеров (рис. 4).

На рисунке 4а представлена схема очистки сброса предприятия с помощью искусственного геохимического барьера, выполненного в виде фильтрующей дамбы. В данном случае должны контролироваться объем и состав водосброса, уровень воды в верхнем бьефе дамбы, а также объем и состав профильтровавшей через тело барьера воды. Наблюдения за объемом и составом сбрасываемых вод особенно важны, если схема очистки включает дозирование реагентов, добавляемых непосредственно в водоотлив. В случае возможного загрязнения подземных вод при реализации данной схемы очистки, оборудуются наблюдательные скважины для контроля их качества.

На рисунке 4б представлена схема защиты подземных вод с помощью искусственного барьера-экрана, выполненного в основании хранилища отходов. Непосредственно в карте хранилища осуществляется контроль за уровнем и составом отходов. Также фиксируется объем поступающих в карту отходов. Наблюдения за уровнем и составом подземных вод ведутся в скважинах, расположенных выше (1) и ниже (2) по потоку подземных вод от шламохранилища.

На рисунке 4в представлена схема очистки подземных вод на участке размещения отвалов твердых отходов. Контроль эффективности функционирования искусственного геохимического барьера в данном случае включает наблюдения за уровнем и составом подземных вод в скважинах, расположенных выше и ниже отвала по потоку, а также в скважинах, расположенных ниже барьера. Наблюдения в первой группе скважин дают представление о фоновом режиме подземных вод, во второй - фиксируется загрязнение от локального источника. В третьей группе скважин контролируется качество подземных вод после их очистки.

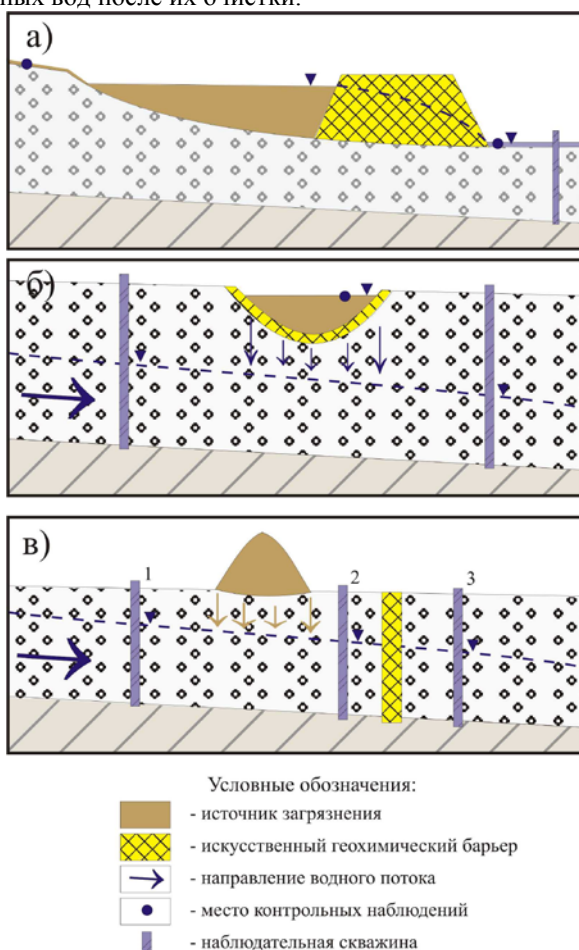


Рис. 4. Схема контроля эффективности функционирования искусственных геохимических барьеров

Организованная система контроля должна обеспечивать информацией, на основании анализа которой могут приниматься управленческие решения. В случае, если наблюдаемые выходные параметры неблагоприятно отличаются от прогнозных, то принимаются конкретные меры по повышению надежности защиты геологической среды от загрязнения. Такие меры могут включать наращивание тела барьера, внесение изменений в технологию перехвата загрязнителей, предварительную подготовку отходов к утилизации, снижение количества утилизируемых на данном объекте отходов и т.д.

В ряде случаев, кроме наблюдений непосредственно на участках расположения искусственного геохимического барьера, требуется организация мониторинга состояния природно-техногенной системы. Например, на уже загрязненных территориях необходимы наблюдения для определения масштабов процессов самоочищения после снятия техногенной нагрузки. Если характер деструкции загрязнения неудовлетворителен, то могут быть приняты решения по реабилитации территории.

В зависимости от конкретных задач наблюдения могут вестись за режимом подземных и поверхностных вод, за изменением состава пород и донных отложений и т.д. Для организации мониторинга необходимо, руководствуясь соответствующей документацией и исходя из особенностей природно-техногенной системы, обосновать режимную сеть наблюдений, перечень контролируемых параметров и периодичность наблюдений.

Обработку и анализ данных мониторинга можно проводить с использованием математического моделирования. На основании данных исследований создается постоянно действующая модель природно-техногенной системы. Все получаемые данные заносятся в фактографическую базу данных, на основе которой формируется картографическая база месторождения для моделирования. На основании результатов мониторинга принимаются решения и разрабатываются мероприятия, направленные на улучшение состояния природно-техногенной системы.

Таким образом, рассматриваемая в части 7.2, структура создания искусственных геохимических барьеров для охраны окружающей среды включает следующие основные этапы (рис. 5):

- изучение природно-техногенных систем (изучение локальных источников загрязнения, природных условий и техногенного воздействия этих источников на компоненты природной среды);
- принятие решения по локализации загрязнения;
- встраивание в природно-техногенную систему искусственного барьера;
- контроль и корректировку эффективности функционирования искусственного барьера.

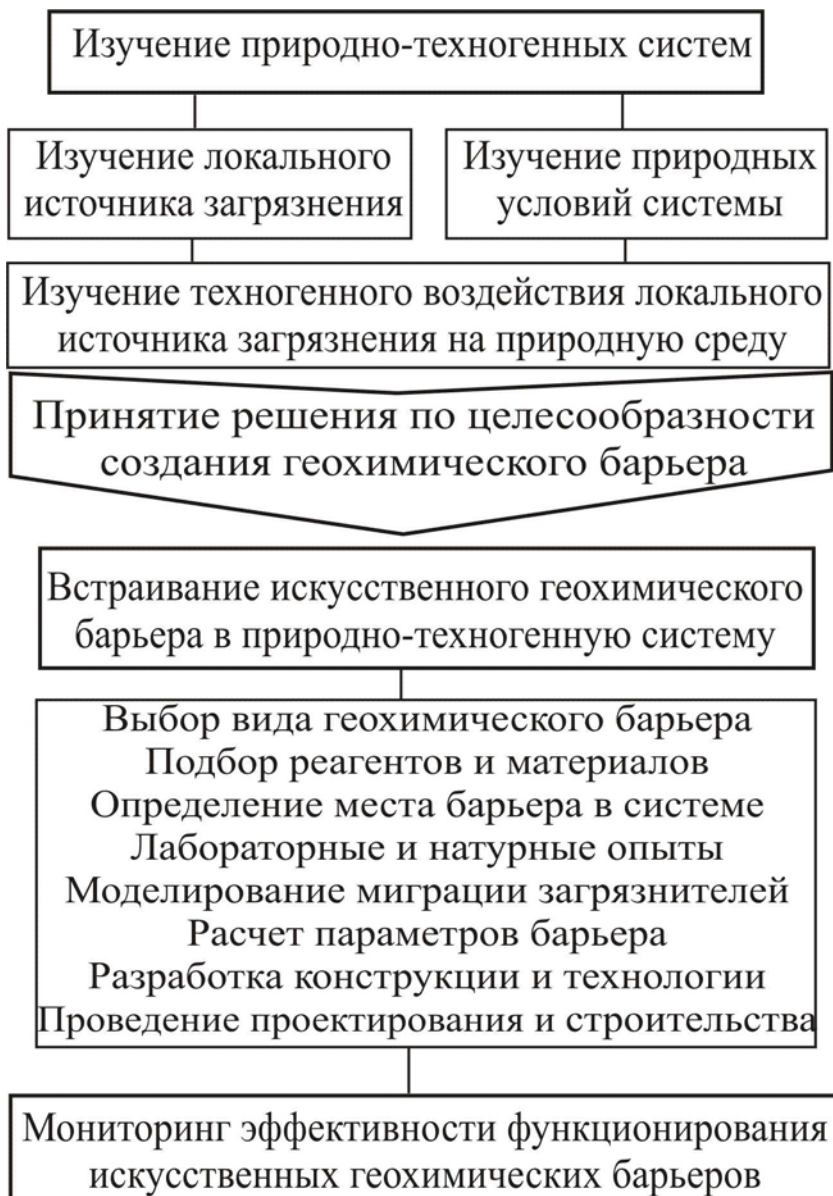


Рис.5. Основные этапы создания искусственных геохимических барьеров

7.3. Применение геохимических барьеров для охраны окружающей среды на объектах горнодобывающей, угольной, химической и металлургической отраслей промышленности

Представленные в данной главе методологические подходы опробованы лабораторией геологии техногенных процессов Естественного научного института при Пермском университете на конкретных промышленных объектах. На каждом из объектов проводилось изучение источников загрязнения и природных условий участков их размещения. При изучении техногенного воздействия применялся рассмотренный комплекс исследований.

Очистка сточных вод от взвешенных частиц. Для очистки дражных стоков от взвешенных веществ на месторождении алмазов в Красновишерском районе предложено использовать грунтовые фильтры, представляющие механический барьер (рис. 6).

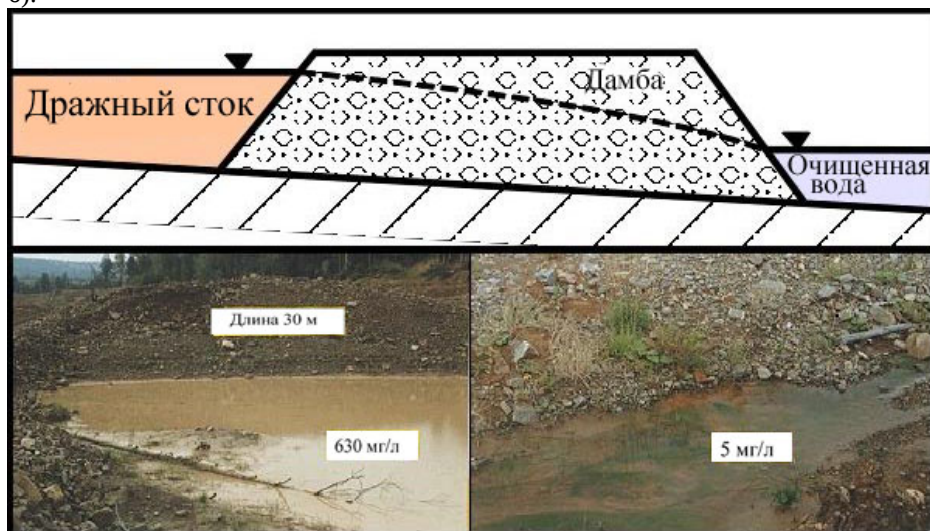


Рис. 6. Очистка дражных стоков от взвешенных веществ

В качестве материала для фильтров использовались дражные отвалы. Опытные натурные работы показали, что в зависимости от длины пути фильтрации концентрация взвешенных веществ снижается в десятки и сотни раз.

Путем решения обратной задачи вычислены оптимальные параметры грунтовых фильтров, определен **срок** эксплуатации. Применение грунтовых фильтров не требует высоких затрат и способно снижать содержание взвешенных частиц до значений, близких к фоновым.

Нейтрализация кислых стоков (рис. 7). Шахты Кизеловского угольного

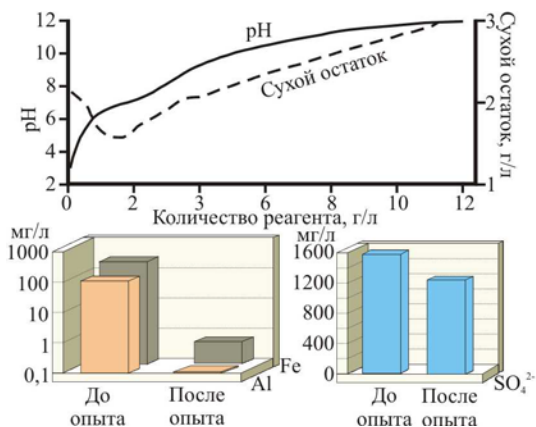


Рис. 7. Нейтрализация шахтных вод отходами содового производства

бассейна сбрасывают в реки кислые ($\text{pH}=2-3$) высокоминерализованные (2,5-19 г/л) воды, характеризующиеся высокими концентрациями SO_4^{2-} , а также Fe, Al, Zn, Ni, Cu, Pb, Mn и др. элементов. Возможность использования отходов содового производства для создания щелочного барьера определялась лабораторными исследованиями. Установлено, что для повышения pH с 2,5 до 6,5 требуется около 1 кг реагента на 1 м шахтной воды.

При этом наблюдаются минимальные значения сухого остатка и наибольший объем образующегося осадка. Более 90 % повышения pH наблюдается в первый час проведения опытов.

Содержание сульфатов снижается на 300 мг/л. Происходит очистка воды от железа, алюминия и других металлов.

Снижение интенсивности загрязнения подземных вод в районах шахтных отвалов. На участках размещения твердых отходов угледобычи в Кизеловском бассейне подземные воды и временные стоки с породных отвалов имеют pH 1-3, минерализацию, достигающую 45 г/л, высокое содержание сульфатов, железа, алюминия, тяжелых металлов (рис. 8).

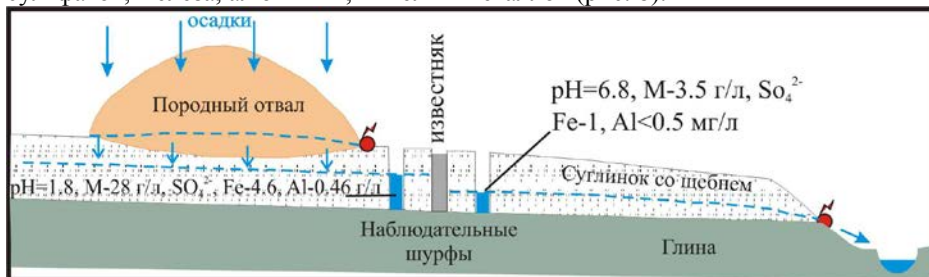


Рис. 8. Схема проведения опыта на участке размещения породного отвала
Возможность создания щелочного барьера с использованием карбонатных

пород определялась опытными работами. Отсев известняка (дресва) укладывался в канаву, пройденную ниже по потоку от отвалов.

В течение года наблюдений pH повысился с 1,8 до 6,8, минерализация (М) снизилась с 28 до 3,5 г/л. Значительно уменьшилось содержание основных загрязняющих компонентов, мг/л: сульфаты - с 17000 до 1600, железо - с 4600 до 1-2, алюминий - с 494 до <0,5.

Ниже канавы по потоку произошло заполнение порового пространства пород гидроксидами и сульфатами железа и алюминия.

Снижение сульфатной агрессивности подземных вод (рис. 9). При планировке промплощадки ПО Метанол (Пермская область) использовались породы отвалов угольных шахт Кизеловского бассейна.

В результате подтопления в насыпных грунтах, на отметках выше заложения фундаментов, сформировались подземные воды, обладающие сульфатной агрессивностью к бетону.

Содержание сульфатов в подземных водах снижалось путем создания сульфатного барьера с применением соединений бария.

Опытные работы проводились на двух участках. На первом - хлорид бария вносился в скважины. На втором - гидроксид бария вносился в канаву. Ниже по потоку подземных вод оборудовались наблюдательные скважины.

На созданном барьере ионы SO_4^{2-} связываются в сульфат бария - барит, который устойчив в экзогенных условиях, не токсичен. В результате опыта подземные воды, обладавшие средней и сильной сульфатной агрессивностью, стали неагрессивными по отношению к бетону.

Снижение содержания сульфатов в технических водах. На Холбожджинском угольном разрезе, расположенном в аридной зоне Бурятии, использование для полива технической воды, большие запасы которой сосредоточены в выработанном карьере, затруднено повышенным содержанием в ней сульфатов - до 1200 мг/л.

Для снижения содержания сульфатов предложено использовать соединения бария.

Обессульфачивание воды проводилось согласно технологической схеме, приведенной на рис. 10. В результате опытных натурных работ содержание сульфатов снизилось до 440 мг/л (при максимально допустимой концентрации ; 500 мг/л). Содержание остальных компонентов не превышало нормативных; значений.

Схематический разрез участка 1

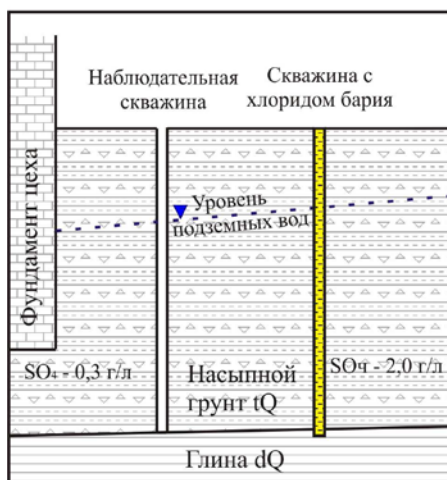
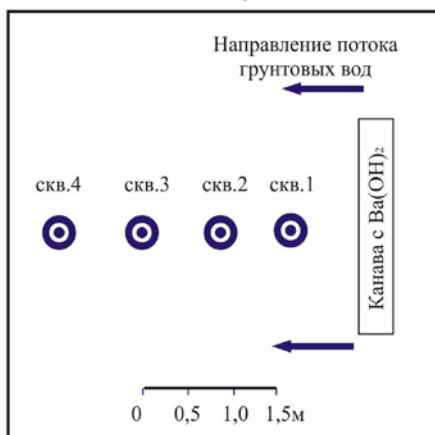
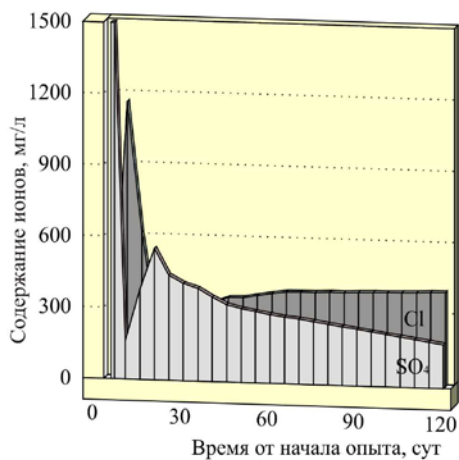


Схема опытного участка 2



Состав воды в наблюдательной скважине



Содержание сульфат-иона в наблюдательных скважинах

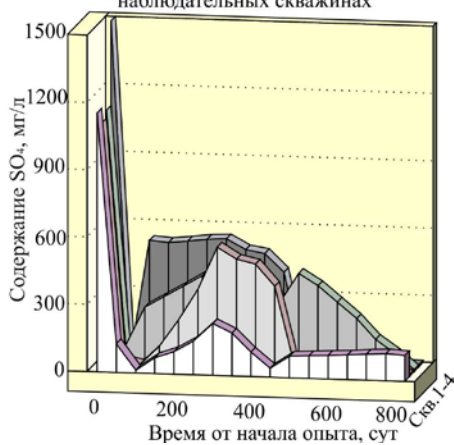


Рис 9. Снижение сульфатной агрессивности подземных вод соединениями бария

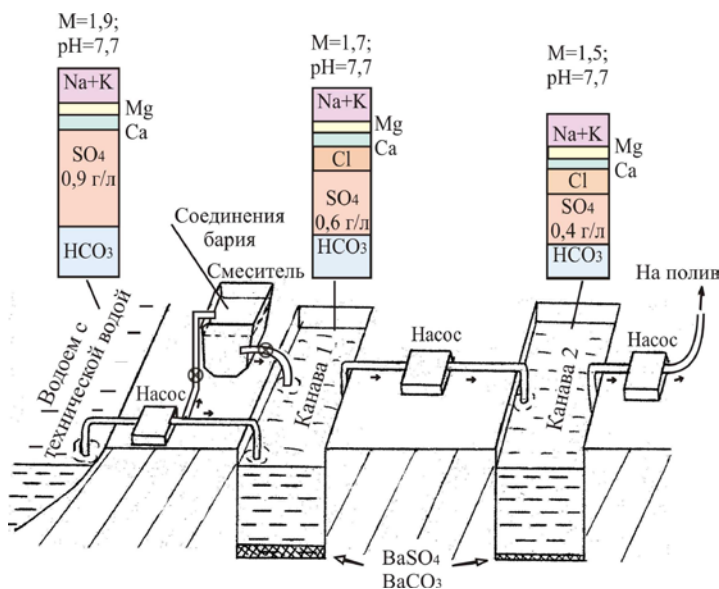


Рис. 10. Снижение содержания сульфатов в технической воде

Защита подземных вод от загрязнения в районах шламохранилищ.

Отходы газоочистки Пашийского металлургического-цементного завода (Пермская область) складировались в необорудованном шламохранилище. Жидкая фаза отходов имеет высокую минерализацию - 34-42 г/л и щелочную реакцию среды ($\text{pH}=8,9-9,4$).

В составе пульпы выявлены высокие концентрации Си, Cd, Pb, Zn, Ni, Mo, As, Ti, Be и органических веществ. Растворенные органические вещества образуют устойчивые комплексы с металлами, подвижные в щелочной среде. Подземные воды, распространенные в трещиноватых закарстованных известняках верхнего девона, разгружаются в р. Пашийку (рис. 11).

Покровные неоген-четвертичные глинистые породы в карьере, где складировались отходы, выработаны. Инфильтрация жидкой составляющей пульпы приводит к загрязнению горизонта трещинно-карстовых вод.

Разгрузка загрязненных подземных вод изменяет состав воды в реке. В подземных водах и речной воде содержание загрязнителей, источником которых являются отходы, увеличивается по сравнению с фоновым. Концентрации SO_4^{2-} , Cl, Ti, Mn и органических веществ превышают ПДК.

Для защиты подземных и поверхностных вод от загрязнения на новом участке складирования отходов, лабораторией охраны геологической среды МГУ на основании многочисленных лабораторных экспериментов предложено создание комплексного экрана-барьера в основании шламохранилища.

Верхний слой создается из местной глины с добавкой гипса. Это приводит к уменьшению щелочности фильтрующегося раствора, а также гидролизу и осаждению части тяжелых металлов.

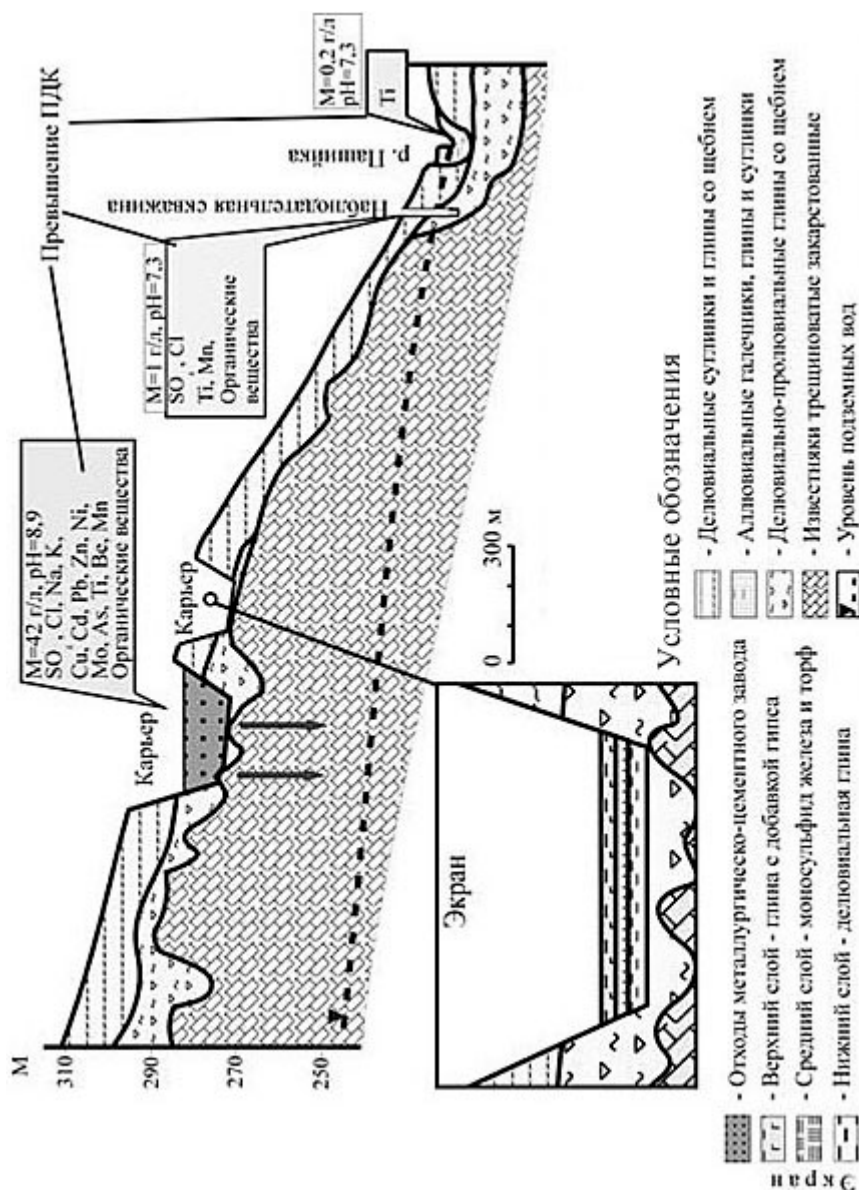


Рис. 11. Схема защиты поданных вод от загрязнения путем создания комплексного барьера-экрана

Средний слой выполнен из смеси торфа и пиритных огарков. Он выполняет основную функцию перехвата загрязнителей - связывание металлов в сульфиды в анаэробных восстановительных условиях.

Нижний слой состоит из местных глин и является дополнительным сорбционным экраном.

Применение метода обеспечивает защиту подземных вод в течение срока эксплуатации шламохранилища.

Библиографический список

- Алексеев В. А.* Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000.
- Быков В. Н.* Экология недропользования / Перм. ун-т; Перм. техн. ун-т. Пермь, 2000.
- Быков В. Н.* Правовые основы природоиспользования / Перм. ун-т. Пермь, 2000.
- Владимиров А. М., Ляхин Ю. И., Матвеев Л. Т., Орлов В. Г.* Охрана окружающей среды: Учебник. Л.: Гидрометиздат, 1991.
- Вороное Г. А.* Проблемы экологии и охраны природы: Тез. лекций / Перм. ун-т. Пермь, 1989.
- Горбунова К. А., Максимович Г. А., Андрейчук В. Н.* Техногенное воздействие на геологическую среду Пермской области. Пермь, 1990.
- Защита подземных вод от загрязнения в районах проектируемых и действующих хвостохранилищ / Под ред. В. И. Сергеева. М.: Изд-во МГУ, 1992.
- Кропачев А. М.* Факторы миграции и осадения малых (акцессорных) элементов в зоне гипергенеза / Перм. ун-т. Пермь. 1973.
- Матвеев Б. К.* Электроразведка. М.: Недра, 1990.
- Перельман А. И.* Геохимия. М.: Высшая школа, 1989.
- Перельман А. И., Касимов Н. С.* Геохимия ландшафта. М.: Астрель, 1990.
- Реймерс Н. Ф.* Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990.
- Экологические функции литосферы / В. Т. Трофимов, Д. Г. Зилинг, Т. А. Барабошкина и др. Под ред. В. Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 2000.

Учебное издание

*Быков Владимир Никифорович, Максимович Николай Георгиевич, Казакевич
Сергей Владимирович, Блинов Сергей Михайлович*

Природные ресурсы и охрана окружающей среды

Редактор Л.Г. Подорова
Технический редактор Н.В. Петрова
Компьютерный набор и верстка И.А. Быковой
Корректор Г. А. Гусман

ИБ № 350

Лицензия ЛР № 020409 от 12.02.97

Подписано в печать 15.04.2001. Формат 60 x 84/16.

Усл. печ. л. 6,4

Уч.-изд. л. 8,3

Печать офсетная.

Тираж 200 экз.

Заказ 350.

Редакционно-издательский отдел Пермского университета. 614000. Пермь
ул. Букирева, 15

Типография Пермского университета. 614000. Пермь, ул. Букирева, 15